

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. Dr. h. c. v. Boguslawski

**Vergleichende Untersuchungen
zum konventionellen und biologisch-dynamischen
Pflanzenbau unter besonderer Berücksichtigung
von Saatzeit und Entitäten**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
im Fachbereich „Angewandte Biologie“
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Diplomlandwirt Ulf Abele
geboren in Dachau

Gießen 1973

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. Dr. h. c. v. Boguslawski

**Vergleichende Untersuchungen
zum konventionellen und biologisch-dynamischen
Pflanzenbau unter besonderer Berücksichtigung
von Saatzeit und Entitäten**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
im Fachbereich „Angewandte Biologie“
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Diplomlandwirt Ulf Abele
geboren in Dachau

Gießen 1973



Dekan:

Prof. Dr. H. Schmutterer

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. h.c. v. Boguslawski

2. Berichterstatter: Prof. Dr. H. Kühn

Tag der mündlichen Prüfung: 30. August 1973

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. <u>Einleitung und Problemstellung</u>	1
2. <u>Versuchsanstellung und Untersuchungsmethodik</u>	18
3. <u>Standort und Witterung</u>	42
4. <u>Versuchsergebnisse</u>	
4.1. Biologisch-dynamische und konventionelle Wirtschaftsweise	
4.1.1. Versuch "Gimberg" 1970 zu Zuckerrüben	46
4.1.1.1. Erträge	46
4.1.1.2. Nährstoffentzug und Qualität	52
4.1.2. Versuch "Steinersloh" 1971 zu Zucker- rüben	57
4.1.2.1. Erträge	57
4.1.2.2. Nährstoffentzug und Qualität	63
4.1.3. Versuch "Gimberg" 1971 zu Sommerweizen	67
4.1.3.1. Ertragskomponenten und Erträge	67
4.1.3.2. Nährstoffentzug und Nährstoffverwertung	76
4.1.4. Winterweizen in Fruchtfolge und Mono- kultur	80
4.1.4.1. Erträge und Ertragskomponenten	80
4.1.4.2. Fußkrankheitsbefall mit <i>Cercospora</i> <i>herpotrichoides</i>	94
4.1.4.3. Zur biologischen Aktivität im Boden	97
4.1.4.4. Veränderung physikalischer Kenngrößen im Boden und der Nährstoffe	105
4.2. Kieselemulsion und Ertragsbildung	112
4.2.1. Beschattungsversuch 1970 zu Sommergerste	112
4.2.2. Beschattungsversuch 1971 zu Hafer	115
4.2.3. Kieselemulsion zu Sommerweizen 1970 und 1971	119
4.2.4. Kieselemulsion zu Kartoffeln 1970 und 1971	122
4.2.5. Gefäßversuch zu Sommerweizen 1970/71	125
4.3. Saatzeitversuche zu:	129
4.3.1. Sommergerste 1970	130
4.3.2. Hafer 1971	135
4.3.3. Möhren 1972	138
5. <u>Diskussion</u>	146
6. <u>Zusammenfassung</u>	175
7. <u>Literaturverzeichnis</u>	179
8. <u>Anhang</u>	190

Vergleichende Untersuchungen zum konventionellen und biologisch-dynamischen Pflanzenbau unter besonderer Berücksichtigung von Saatzeit und Entitäten

1. Einleitung und Problemstellung

Der Pflanzenbau in seiner heutigen Form wird im wesentlichen durch wirtschaftliche Interessen geprägt und weniger durch die Gesetzmäßigkeiten einer natürlichen Produktion. Sie zwingen den Landwirt zu Maßnahmen, die als unökologisch zu betrachten sind. Da sich zwangsläufig das Verhältnis von Aufwand und Erfolg mit zunehmender Intensivierung zu ungunsten des Erfolgs ändert, wird das Gleichgewicht des Ökosystems Boden - Pflanze entsprechend labiler (v. BOGUSLAWSKI 1971). So führt der Trend zu viehloser Bewirtschaftung und engen getreidereichen Fruchtfolgen bis hin zur Monokultur. Trotz erhöhten Düngeraufwandes und vermehrten Einsatzes chemischer Pflanzenschutzmittel steigt das Anbau- und Ertragsrisiko (DEBRUCK 1972). Selbst die Qualität der pflanzenbaulichen Produkte wird vornehmlich unter wirtschaftlichen Aspekten betrachtet, indem die technologischen Eigenschaften vorrangig bewertet werden.

Die Bevorzugung von Weizen und Gerste als Verkaufsfrüchte unter den Getreidearten und die dadurch bedingte enge Stellung in den ohnehin getreidereichen Fruchtfolgen führt zu einer besonderen Belastung des Biotops. So hat in den vergangenen Jahren der Infektionsdruck durch Fruchtfolgekrankheiten wie *Cercospora*, *Ophiobolus*, *Sep-toria* und Mehltau sowie durch weitere pilzliche

und auch tierische Schädlinge erheblich zugenommen (DEBRUCK 1972). Diese Situation führt zu einem Aufwand an Pestiziden, die in vielen Fällen zu einer nicht zu unterschätzenden Verschiebung in der Biozönose führen kann (ALLEN ET AL. 1954, SHEALS 1955, LICHTENSTEIN 1957, ANDERSON 1960, KARG 1962, RUDD 1964, UDALL 1966, STEINER 1968, BRIEJER 1970).

Darüber hinaus steht der Landwirt vor der besonderen Schwierigkeit des immer häufiger auftretenden Resistenzverhaltens von Schädlingen und Krankheitserregern gegenüber Pestiziden und den daraus resultierenden Massenvermehrungen. Im Obstbau, wo der Aufwand an chemischen Präparaten bereits besonders hoch ist, ist dies in seiner Gefahr bereits erkannt worden (STEINER 1968). Aber gerade der Einsatz der meist sehr toxischen Pflanzenschutzmittel wird von vielen Autoren zumindest sehr kritisch betrachtet. Nachdem die große Gefährdung durch DDT erkannt ist und es in der BRD auch eine Höchstmengenverordnung für Pflanzenschutzmittel gibt, scheint die Gefährdung von Umwelt, Tier und Mensch nicht mehr so akut zu sein. Andererseits ist aber eine Beeinträchtigung der Umwelt und der Gesundheit von Mensch und Tier nicht auszuschließen, da die Kontrolle nicht annähernd ausreichend ist und noch sehr wenig über mögliche akkumulative Wirkungen auch in sehr geringen Dosierungen bekannt ist.

Zahlreiche der verwendeten Pflanzenschutzmittel wehren nicht nur Krankheiten und Schädlinge ab, sondern beseitigen auch ungewollt deren natürliche

Gegenspieler und Feinde. Ferner können verschiedene Pflanzenschutzmittel physiologische Veränderungen an den Pflanzen hervorrufen. So sind nach einigen Mitteln Geschmacksveränderungen festgestellt worden, die nicht nur nachteilig für die Güte der Produkte sein können, sondern die Pflanzen auch anfälliger für bestimmte Krankheitserreger und Schädlinge machen. Zum Beispiel fand HORSFALL (1957) ein Ansteigen bzw. Sinken des Zuckergehaltes bei Anwendung von 2,4-D, was in beiden Fällen zu erhöhtem Befall durch Schadenerreger führte. Er unterscheidet hierbei "high sugar diseases" und "low sugar diseases".

Die bereits erwähnten Resistenzerscheinungen durch wiederholten Mitteleinsatz führten in vielen Fällen zu einer weiteren Intensivierung des chemischen Pflanzenschutzes und damit zu neuen Gefahren. Diese Entwicklung ist das genaue Gegenteil dessen, was unter Umweltschutz verstanden wird. Unter ihn fällt auch unmittelbar unsere Nahrung, die ohnehin einer wachsenden Belastung durch die Immissionen der Industriegesellschaft ausgesetzt ist und durch die zunehmende Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel stark gefährdet wird. Aus dieser Erkenntnis heraus, daß ein wirksamer Pflanzenschutz nicht über die weitere Steigerung der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln erreicht werden kann, wurde der Integrierte Pflanzenschutz entwickelt. Er geht davon aus, daß die Einschränkung des chemischen Mitteleinsatzes auf einer höheren Konstitution der Pflanze beruht als Folge optimaler ackerbaulicher Maßnahmen.

Ganz sicherlich wird man dieses Ziel nicht erreichen, wenn man zum Beispiel im Streben nach Höchsterträgen vor allem die Stickstoffdüngung betont. Die in der Praxis bereits anzutreffenden extrem hohen N-Gaben in leicht löslicher Form dürfen nicht nur von der Produktivitätssteigerung, sondern müssen auch vom Standpunkt der Phytopathologie sowie der Futter- und Nahrungsmittelqualität betrachtet werden.

Vom Standpunkt der Pflanzenernährung ist eine hohe Düngung leicht löslichen Stickstoffs zu Beginn der Vegetation unphysiologisch (SCHUPHAN 1965), da sich der Bedarf der Pflanze, der abhängig von der Wachstumsintensität ist, nach anderen Faktoren, wie Temperatur, Feuchte, Tageslänge usw. richtet. Während N in organisch vorliegender Form gleichzeitig mit klimatisch verbesserten Wachstumsbedingungen der Pflanze, wie erhöhte Temperatur und Bodenfeuchte, mineralisiert wird und somit dem Bedarf der Pflanze und deren Wachstumsverlauf gut angepaßt ist, verläuft das Angebot aus mineralischem Düngerstickstoff nicht entsprechend.

Daraus ergibt sich ein unnatürliches Nährstoffverhältnis im Angebot und in der Pflanze. Bei sehr hohen Stickstoffgaben und Trockenheit kommt es mitunter zu so hohen Nitratanreicherungen in der Pflanze, daß sie sogar potentiell toxisch sein kann (0,34 - 0,45 % iTS) (NIENSTEDT 1966). Hohe N-Gaben zum Beispiel als Spätdüngung zu Weizen, die weniger einer Ertrags- als vielmehr

einer Steigerung der Backqualität dienen sollen, erhöhen zwar die Teigausbeute durch eine Zunahme der Eiweißkomponente, die biologische Qualität des Mehls wird jedoch keinesfalls entsprechend verbessert. Zwar wird der Prolaminanteil erhöht, der lysinreiche, ernährungsphysiologisch essentielle Glutaminanteil bleibt relativ gering (JAHN-DEESBACH 1967, 1970). Hierbei sind sortenspezifische, das heißt genetische Unterschiede zu erwarten.

Ein weiterer, nur selten bedachter Nachteil ist mit überhöhter einseitiger Stickstoffdüngung verbunden. Hohe N-Gaben führen zu Nitratanreicherungen in der Pflanze, zu deren Einbau in den Stoffwechsel durch Reduktion nicht immer ausreichende Energie zur Verfügung steht. So wird das Nitrat zunächst im Xylem, und wenn dessen Kapazität überschritten wird, im Speicherparenchym angereichert (NIENSTEDT 1966). Diese Tatsache führt zu einer Konstitutionsschwächung der Pflanze und somit zu einer größeren Bereitschaft für den Befall von tierischen und pflanzlichen Schädlingen (PRIMAVESI ET AL. 1964). Deren epidemischem Auftreten bei entsprechendem Witterungsverlauf und sonstiger Einseitigkeit des Biotops kann dann nur noch mit chemischen Pflanzenschutzmitteln Einhalt geboten werden.

Da jedoch jegliche landwirtschaftliche Maßnahme des ackerbautreibenden Menschen, der sich in das

natürliche Ökosystem eingeschaltet hat, ein Eingriff in das Gefüge einer standortgebundenen Biozönose darstellt, muß er so vorgenommen werden, daß unter weitgehender Beachtung des möglichen, dynamischen Gleichgewichtssystems Boden - Pflanze - Tier - Umwelt das Ziel des Menschen nach ausreichenden, das heißt gesunden Nahrungsmitteln erreicht werden kann (ALBRECHT 1955, V. BOGUSLAWSKI 1970).

Alle Lebensgemeinschaften sind einer steten Dynamik unterworfen. Sie ergibt sich aus dem Zusammenwirken unendlich vieler Einzelfaktoren, die an einem Standort wirksam werden. VOISIN (1965) teilt diese Faktoren ein in passive oder schwer veränderliche und aktive oder dynamische, die sich laufend verändern. Die Änderung eines dieser Faktoren bewirkt aber notwendigerweise eine Verschiebung des gesamten Systems, das sich in einem mehr oder weniger labilen, biologischen, dynamischen Gleichgewicht befindet. So muß es die vordringliche Aufgabe der Landbauwissenschaften sein, nach den ökologischen und physiologischen Gesetzmäßigkeiten zu forschen, durch deren Kenntnis sich Maßnahmen, die das biologische Gleichgewicht beeinträchtigen könnten, auf ein Mindestmaß zurückschrauben lassen.

Nahrungsmittel zu liefern mit einem hohen Gesundheitswert ist nun das vorrangige Ziel der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise, die von Steiner 1924 begründet wurde (STEINER 1929). Bereits in dieser Zeit konnte man erkennen, daß sich auch in der Landwirtschaft die Gesetze der fortschreiten-

den Industrialisierung und ihre Folgen abzeichnen. Wie wir heute sehen können, sind sie für die Landwirtschaft und die Qualität ihrer Produkte nicht mehr ganz unbedenklich. Erst neuerdings, nachdem bereits gravierende Schäden aufgetreten sind, scheint sich eine breitere Öffentlichkeit, die ihren Lebensraum unmittelbar bedroht sieht, ernsthaft Gedanken über unsere Umwelt zu machen.

Durch eine ökologische Betrachtungsweise, die den gesamten Kosmos im Zusammenspiel aller Kräfte einbezieht, wird heute wieder vielfach eine Erneuerung der Landwirtschaft angestrebt, die Erzeuger für gesunde Nahrungsmittel und Grundlage für einen gesunden Lebensraum sein kann. Dabei geht man davon aus, daß sich Landwirtschaft in der Gemeinschaft Boden, Pflanze, Tier, Mensch und Umwelt abspielt und daß sich aus den bereits oben genannten Gründen des biologisch-dynamischen Gleichgewichts ein landwirtschaftlicher Betrieb wie ein lebendiger Organismus verhält, der auf Änderungen aller Umweltfaktoren empfindlich reagiert. STEINER hat dies, was man heute als "Öko-System" bezeichnet, bereits vor ca. 50 Jahren als "Organismus des Naturwachstums" charakterisiert. Daher ist es die grundlegende Aufgabenstellung biologisch-dynamischer Landwirtschaft, alle Maßnahmen der Betriebsgestaltung auf eine zielbewußte Förderung des Bodenlebens und der vielfältigsten Lebensgemeinschaften auszurichten, welche dem Pflanzenwachstum zugrunde liegen (HEINZE 1967). Als einer der wichtigsten Grundsätze der Düngung gilt: Nicht unmittelbar die Pflanze soll gedüngt werden, sondern der Boden; nicht die Bodenlösung soll primär mit Nährstoffen angereichert werden, sondern eine

Düngung soll zunächst als Energie- und Nahrungsquelle das Bodenleben aktivieren und auf diese Weise die Bodenfruchtbarkeit heben oder erhalten (WYND 1952). Dies geschieht durch eine besonders gepflegte Humuswirtschaft. Humuswirtschaft ist nach SAUERLANDT und TIETJEN (1970) angewandte Bodenbiologie. "Ihr Ziel ist der Aufbau der Ackerböden durch Aufbauaggregate, die als Kotkrümel (Mull oder Moder) anfallen oder durch Mikroben aus organischer Masse verschiedenster Herkunft zu Huminstoffen umgeformt werden. Ganz kurz gesagt: Bodenlebewesen führen organische Masse in Aufbauaggregate über." Die Folge der Lebenstätigkeit der Bodenorganismen ist das, was man unter dem Begriff "Garezustand" eines Bodens verstehen kann.

Die Kenntnis der pflanzenphysiologisch wirksamen organischen Verbindungen des Bodens wird nicht nur eine Erklärung vieler Erfahrungen bringen, sondern auch die Grundlage für eine gelenkte Rotte im Boden schaffen, die eine Anreicherung des Bodens mit pflanzenphysiologisch wirksamen Stoffen zum Ziel hat (KLOKE 1963). Letztgenannter Autor äußert die Vermutung, daß organische Verbindungen mit Wirkstoffcharakter in unseren ackerbaulich genutzten Böden zu einem Minimumfaktor geworden sind. Durch intensive Bodenbearbeitung mit modernen Maschinen könnten durch erhöhte Oxidation die labilen Wirkstoffe schneller in weniger aktive Endprodukte abgebaut werden. Die natürliche Gare weicht einer "Maschinengare". Ein schneller Umsatz der organischen Substanz im Boden ist aber erwünscht, um hohe Erträge zu erreichen. Dabei ist die Gefahr eines

Raubbaus an den Humusreserven gerade bei viehloser Bewirtschaftung und intensiver mineralischer Düngung besonders groß. Aus diesem Grunde muß auf eine ausreichende Versorgung mit organischer Substanz besonders geachtet werden. Es wäre infolgedessen von großem Wert, gäbe es bekannte Biokatalysatoren, durch die eine gelenkte Rotte der organischen Substanz möglich wäre.

In der biologisch-dynamisch betriebenen Landwirtschaft sind seit langem Heilpflanzenpräparate (über deren Zubereitung siehe STEINER 1924) gebräuchlich, deren Zusatz zu Stallung und Komposten eine Rotte bewirken sollen, welche die Bodenfruchtbarkeit günstiger beeinflusst. Diese Präparate werden aus den Blütenständen der Schafgarbe (*achillea millefolium*), den Blüten der Kamille (*chamomilla officinalis*), den Blättern der Brennessel (*urtica dioica* L.), der Eichenrinde, den Blüten des Löwenzahns (*taraxacum officinale* Weber) und aus den Blüten des Baldrians (*valeriana officinalis*) hergestellt. Komposte, denen die genannten Präparate zugesetzt wurden, wiesen einen um sechs bis zehn mal so hohen Cyanocobalamingehalt auf als andere (PFEIFFER 1956).

MÜLLER (1963) berichtet, daß sich der totale N-Gehalt von Zea Mays bei einem Zusatz von 25 mg Cyanocobalamin (Vitamin B₁₂) je ml Nährlösung um 42 % erhöhte. Dem Cyanocobalamin wird auf Grund von Versuchen eine wesentliche Beteiligung am ersten Schritt der Stickstofffixierung bei Leguminosen und Nichtleguminosen zugeschrieben.

Da nun das Vitamin B₁₂ anscheinend eine wichtige Rolle bei der Bindung von Luftstickstoff durch Bodenbakterien spielt, könnten die genannten Düngerpräparate u.a. auch direkt die Bodenfruchtbarkeit steigern. Bei Zugabe der Präparate zum Boden wurde bei Sojabohnen eine deutliche Wachstumszunahme der Wurzeln beobachtet, die gegenüber der Kontrolle 20 % betrug (PFEIFFER 1956). Der gleiche Autor berichtet von Versuchen der griechischen Regierungsstelle in Saloniki mit den oben genannten Präparaten zu Tabak. Diese wurden in Wasser stark verdünnt auf den Boden gesprüht. Dabei ergaben sich Vorteile hinsichtlich des Ertrages und der Qualität in Bezug auf Farbe, Gewebe und Aroma. Wurzelwahlversuche mit Chrysanthemum zeigten deutlich die Vorliebe der Wurzeln für den biologisch-dynamisch präparierten Boden. Die genannten Präparate hatten eine Vermehrung der Wurzelknöllchen bei *Phasaeolus vulgaris* von 9,5 g auf 16,2 g je 100 Pflanzen zur Folge. In kommunizierenden Fächern konnte VON GRONE GÜLTZOW (1929) die günstige Wirkung der Heilkräuterpräparate auf Regenwürmer nachweisen. Das aus Baldrianblüten hergestellte Präparat hatte dabei die beste Wirkung.

Neben den Heilpflanzenpräparaten spielen in der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise zwei weitere Pflegemittel eine wichtige Rolle. Das eine, aus Kuhdung hergestellt (Zubereitung siehe STEINER 1924), wird in Wasser eine Stunde gerührt (ca. 200 g auf 100 l Wasser/ha) und soll, zur Bodenbearbeitung ausgesprüht, ebenfalls die Bodenfruchtbarkeit steigern. Das andere, aus Quarz-Kristall-

mehl bereitet, wird mehrmals während der Vegetation, ebenfalls in sehr geringen Mengen (ca. 10 g auf 100 l Wasser/ha) auf die grünen Pflanzenteile gesprüht. Es soll das Wachstum der Pflanzen und deren Qualität günstig beeinflussen (STEINER 1924, PFEIFFER 1956).

PFEIFFER ET AL. (1935) behandelte Lupinensamen eine halbe Stunde mit einer 0,005 %igen Lösung des Kuhdungpräparates und beobachtete eine kräftigere Wurzelentwicklung. Das Wurzelgewicht war nach 19 Tagen bei der Kontrolle im Mittel 0,363 g und bei den behandelten Pflanzen 0,443 g. 1969 wurden von THUN und BREDÄ (noch nicht veröffentlicht) drei Versuchsreihen mit je 12 Prüfgliedern zu Roggen (Petkuser Normal) durchgeführt. Es wurde unter anderem der Einfluß von oben genannter Quarzmehlsuspension als Blattspritzung untersucht. Neben höheren Erträgen waren auch gesicherte Unterschiede in einigen Inhaltsstoffen nachweisbar. So wurde der Rohprotein-, Reineiweiß- und Maltosegehalt gesichert erhöht, die relative Viskosität dagegen gesenkt. Letzteres dürfte auf dem engeren Zucker : Stärkeverhältnis beruhen. REMER (1968) behandelte in zweijährigen Feldversuchen Wirsing, Kümmel, Stangenbohnen, Salat, Zichorien, Endivien, Grünkohl, Kohlrabi, Kohlrüben, Porree, Sellerie und Möhren mehrmals mit dem Quarzmehlpräparat potenziert als D 7, also in einer Verdünnung von 1 : 10 000 000. Die behandelten Pflanzen wiesen sich durch besseren Geschmack und längere Haltbarkeit aus. Von

den Inhaltsstoffen wurden bei Möhren die Zucker-
gehalte und die Aminosäuren Asparagin, Glutamin
und Alanin in allen Varianten erheblich gesteigert.
Der Eisengehalt stieg bei allen Versuchsfrüchten
geringfügig an. Dies läßt den Schluß zu auf einen
erhöhten Dicarbonsäurestoffwechsel. Nach WARBURG
(1956) spielen Asparaginsäure, Glutaminsäure und
Alanin eine wichtige Rolle bei der Bindung und
Reduktion des Kohlendioxyds in der Folge der
Photosynthese. Auch KLETT (1968) fand 1964-66 bei
Anwendung des Kieselpräparates zu Hafer, Weizen,
Kartoffeln und Buschbohnen Ertragssteigerungen
und eine erhöhte biologische Wertigkeit. Sie könn-
te aus den erhöhten Verhältniszahlen von relativem
Eiweißgehalt und relativem Ascorbinsäuregehalt ab-
geleitet werden. Bei Weizen und Kartoffeln wurde
die Proteinaseaktivität gesenkt, der Gesamt-Vita-
min-C-Gehalt dagegen erhöht.

Aus zahlreichen Beobachtungen in der Praxis geht
hervor, daß in den Betrieben, die bereits jahre-
lang ihre Felder biologisch-dynamisch bewirtschaf-
ten, der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln auf ein
Bruchteil dessen, was heute allgemein üblich ist,
gesenkt werden kann. Die Pflanzen besitzen eine
bessere Konstitution und sind daher weniger an-
fällig für Schädlinge und Krankheiten. Außerdem
wird durch die Schaffung eines dynamischen, aber
relativ stabilen Gleichgewichts zwischen Boden,
Pflanze und Umwelt im allgemeinen ein Infektions-
druck möglicher Schaderreger so abgeschwächt, daß
ein ernstlicher Befall nur bei extremen Witterungs-
bedingungen eintritt (ALBRECHT 1971, DE VRIES 1958).

Diese Tatsache wäre allein schon ein großer Vorteil, würde aber nicht ausreichen, um dem Ziel nach Nahrungs- und Futtermitteln von großem Gesundheitswert gerecht zu werden. Zu diesem Zweck wurden Fütterungsversuche durchgeführt, an denen qualitative Unterschiede zwischen konventionell und biologisch-dynamisch angebauten Produkten beobachtet wurden.

V. GRONE GULTZOW (1931) konnte einen qualitativen Unterschied zwischen "mineralischem" und "biologisch-dynamischem" Weizen anhand von Futterwahlversuchen mit weißen Mäusen nachweisen. Die Versuchstiere fraßen nur die ersten Tage von beiden Weizen etwa gleich viel, dann entschieden sich alle Tiere für den "biologisch-dynamischen" Weizen, wobei sich die Differenz der täglich aufgenommenen Menge mit zunehmender Versuchsdauer vergrößerte.

Weiß Mäuse, deren Differenzfütterung in mineralisch gedüngtem und biologisch-dynamisch gezogenem Weizen bestand, zeigten im Mittel von 164 Versuchstieren über drei Generationen gesicherte Unterschiede hinsichtlich ihrer Jugendsterblichkeit. Die "biologisch-dynamischen" Mäuse zeigten dabei die größere Widerstandskraft (PFEIFFER 1931b). TALLARICO (1931) fand bei Truthühnern eine erhöhte Widerstandskraft gegen Aufzuchtkrankheiten bei Fütterung mit stallmistgedüngten Futtermitteln gegenüber mineralisch gedüngten. Bei Wachstumsversuchen mit weißen Ratten unter Vitamin-B-Mangel zeigten die Tiere bei Zufütterung von mineralisch gedüng-

tem Weizen Stagnation, während unter Verwendung von biologisch-dynamisch gebautem Weizen noch mäßiges Wachstum zu verzeichnen war (BARTSCH 1933a). Desweiteren wurde von PFEIFFER und SARBARTH (1932, 1933) ein Fütterungsversuch mit Hühnern (weiße Leghorn) durchgeführt, um den Einfluß auf die Legeleistung und die Generationenfolge feststellen zu können. Eine Gruppe (M) erhielt als Differenzfütterung "mineralischen", die andere Gruppe (B) "biologisch-dynamischen" Weizen. Die Gesamtlegeleistung je Huhn in neun Monaten war bei M 150 und bei B 192. Auch bei den Eigewichten hatte B Vorteile. Die große Differenz der Legeleistung war auch auf eine schnellere Überwindung der Mauser bei B zurückzuführen. Die Eiqualität der "B-Hühner" war ebenfalls hoch überlegen. So betrug das Schlupfergebnis der M-Eier im Brutschrank 34 %, das der B-Eier 68 %. Die Haltbarkeit war auch gesichert besser.

Da die Vertreter der biologisch-dynamischen Landwirtschaft in ihre Betrachtungsweise den gesamten Kosmos einbeziehen, halten sie es auch für möglich, daß die Rhythmik der Gestirne eine enge Beziehung zu den Rhythmen und Lebensvorgängen auf unserem Planeten besitzen (STEINER 1924b). Dabei scheint der Mond einen besonderen Einfluß auf das Pflanzenwachstum und das Verhalten von Mensch und Tier zu haben. So konnten LANG und BIRUKOW (1964) beim Guppy (*Lebistes reticulatus*) mondphasenabhängige Änderungen seiner spektralen Empfindlichkeit nachweisen. Seit langem ist der vom Mond abhängige

Lebensrhythmus des Palolowurms bekannt (PAPI 1954). MÜLLER (1962) berichtet über lunarperiodische Erscheinungen bei einigen Braunalgen. BROWN (1968) führt einige biorhythmische Vorgänge von Krabben auf den synodischen Mondrhythmus zurück. Der gleiche Autor berichtet von lunarperiodischen Einflüssen auf stoffwechselphysiologische Vorgänge in Pflanzen, was er an zahlreichen Atmungskurven bei der Kartoffel belegt. FYFE (1967) fand in Abhängigkeit vom Erntetermin eine Auswirkung der Mondrhythmik auf das kapillardynamische Verhalten von Pflanzensaften. SCHWENK (1967) konnte durch eine Methode, bei der Grenzflächenveränderungen von Glyzerin und Wasser (aqua bidest.) fotografisch festgehalten werden können, den Einfluß von auffälligen Konstellationen, wie Sonnenfinsternisse oder Oppositionen, auf die innere Spannung des Wassers nachweisen.

In zwanzigjährigen Anbauversuchen über Zusammenhänge zwischen Mondstellung im Tierkreis und einzelnen Kulturpflanzen fand THUN (1967) in Abhängigkeit von der Saat- bzw. Anbauzeit vier typische Ausprägungen der Pflanze. Sie unterscheidet den wurzel-, blüten-, blatt- und fruchtbetonten Typ. Einem Typ werden jeweils drei Sternbilder zugeordnet, die in einem Trigon zusammengefaßt werden:

Wurzel	Blüte	Blatt	Frucht
Jungfrau	Waage	Skorpion	Schütze
Steinbock	Wassermann	Fische	Widder
Stier	Zwilling	Krebs	Löwe

Diese Zuordnung findet man übrigens auch in alten Bauernkalendern. Besondere Berücksichtigung kommt dabei einer intensiven Bodenbearbeitung zur Saat- bzw. Anbauzeit zu, die je nach dem gewünschten Ausbildungstyp in entsprechenden Rhythmen wiederholt werden soll. Die Wirkung kommt vermutlich indirekt an die Pflanzen über den Boden zum Tragen und zwar vorwiegend da, wo der Boden in seiner Fruchtbarkeit durch organische Bewirtschaftung gut aufgebaut ist.

Von Seiten der auf eine Massenerzeugung ausgerichteten Landwirtschaft wird der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise oft Skepsis entgegengebracht. Auch bei organischer Bewirtschaftung können bei entsprechendem Aufwand an organischen Düngern Höchsterträge erzielt werden. Da aber dieser Aufwand nicht tragbar ist, wird es in Kauf genommen, nicht immer Höchsterträge zu erreichen. Bei der derzeitigen Situation der Agrarüberschüsse erscheint dies aber auch nicht notwendig. Vielmehr ist es wichtig geworden, bei ausreichender Quantität hochwertige Nahrungsmittel zu erzeugen, die geeignet sind, den ohnehin durch seine ihn selbst verschmutzte Umwelt belasteten Menschen in seiner Gesundheit zu unterstützen. Dem wird Rechnung getragen, indem bei laufender Untersuchung der Nährstoffe im Boden für ein ausreichendes und vor allem harmonisches Nährstoffangebot gesorgt wird, das dem Bedarf der Pflanze für eine gute Konstitution gerecht wird. Für diese Eigenschaft des Bodens steht der komplexe Wertbegriff Bodenfruchtbarkeit. Diese wird aber nicht in der Summe, sondern im Zusammenspiel und

In den mannigfaltigsten Wechselwirkungen alter Einzelfaktoren erblickt. Dem Aufbau einer Bodenfruchtbarkeit in diesem Sinne sollen geeignete organische Düngemittel und die biologisch-dynamischen Präparate dienen.

Die vorliegenden Untersuchungen sollten zeigen, wie biologisch-dynamisch ausgerichteter Pflanzenbau im Vergleich zum konventionellen abschneidet und wo seine besonderen Leistungen liegen. Im Interesse der Auswertbarkeit der Ergebnisse wurden die Varianten nach den Methoden der exakten Feldversuchsanstellung vergleichend geprüft. Besondere Berücksichtigung fanden hierbei organische Dünger, wie präparierter Stallmist und Hühnermist, sowie Anwendungen von Boden- und Pflanzenpflegemitteln, die in hohen Verdünnungen zur Anwendung kamen. In mehreren zweijährigen und teils mehrjährigen Feldversuchen und zwei Gefäßversuchen wurden an verschiedenen Kulturpflanzen sowohl der Anbau- und Leistungsvergleich als auch die Wirkung einzelner Pflegemittel überprüft. Bei letzteren handelt es sich vorwiegend um das "Kieselpräparat", das als wiederholte Blattspritzung zur Anwendung kam. Auch der Einfluß der Mondstellung im Tierkreis zur Aussaat auf die Ertragsbildung wurde in drei Saatzeitversuchen untersucht.

2. Versuchsanstellung und Untersuchungsmethodik

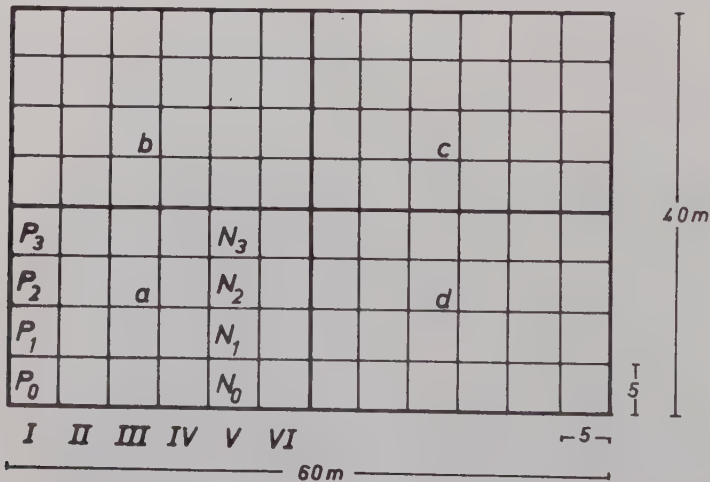
Versuche "Gimberg" 1970/71 und "Steinersloh" 1971

Als Versuchsanlage für die mehrfaktoriellen Versuche wurde die Ertragsflächenmethode nach V. BOGUSLAWSKI (1942) gewählt. Die Abbildung 1 gibt das Anlageschema für die Feldversuche "Gimberg" und "Steinersloh" wieder.

Biologisch-dynamische Bewirtschaftung und konventioneller Anbau zu Z-Rüben u. So.-Weizen

Rauisch-Holzhausen 1970/71; Versuch „Gimberg“ u. „Steinersloh“

Abb.: 1 - Anlageplan -



Alle übrigen technischen Daten, die zur Versuchsdurchführung notwendig, lassen sich den Tabellen 1, 2 und 3 entnehmen. Dabei werden die Varianten der Fragestellung "biologisch-dynamische Wirtschaftsweise" und "konventionelle Bestellung" zugeordnet. Innerhalb des ersten Fragenkomplexes war eine nochmalige Differenzierung notwendig, als die Wirksamkeit der Präparate auf organisch und nichtorganisch behandelten Flächen zu prüfen war.

Der für die Varianten I, II und III verwendete Tiefstallkuhmist wurde ca. zwei Monate vor dem Ausbringen im Herbst im Stapel mit den Heilpflanzenpräparaten versehen. Variante I erhielt eine mäßige, II und III eine hohe Stallmistgabe, wobei auf III zusätzlich getrockneter Hühnerdung der Marke "Terragon" hinzukam. IV und V blieben unter Beibehaltung der Präparate bei IV ohne organische Düngung. Variante VI wurde zu Zuckerrüben mit einer mittleren praxisüblichen Stallmistgabe und zu Sommerweizen mit 400 dz/ha Rübenblatt gedüngt. Aus versuchstechnischen Gründen wurde 1971 zu Zuckerrüben in Variante VI präparierter Stallmist verwendet, so daß hier die Vergleichbarkeit zwischen biologisch-dynamischem und konventionellem Pflanzenbau für die Variante VI nur bedingt gegeben ist. Wurden in den Varianten V und VI vier N-Stufen (N_0 , N_1 , N_2 , N_3) eingebaut, wobei die Bemessung der Stickstoffgabe in N_2 einer optimalen Ertragsbildung nahe kommen sollte, waren es in den Varianten I - IV die biologisch-dynamischen Präparate aus Kuhdung und Quarzmehl in

Tabelle 1

Biologisch - dynamische Bewirtschaftung und konventioneller Anbau zu Zuckerrüben
 Rauisch - Holzhausen 1970; Versuch "Gimberg"

Variante		Düngung und Präparate		allgemeine Versuchsdaten	
		N-Stufen zu V u. VI		Versuchsf Frucht: Zuckerrüben "Kawemono"	
I	300 dz/ha StM präp. P ₀₋₃	N ₀		Anzahl der Var. = 6 org. x 4 N bzw. P = 24	= 24
II	600 dz/ha StM "	N ₁ 100 kg/ha N als KAS		Tiefstall-Kuhmist gestreut: 5.11.1969	
	P ₀₋₃	N ₂ 150(100+50) " "		Winterfurche (28-30cm): 6.11.1969	
III	600 dz/ha StM "	N ₃ 200(160+40) " "		Aussaat und 1. N-Gabe:	
	+60 N als Hühnerdg. P ₀₋₃	Grunddüngung zu IV, V, VI z. Aussaat		2. N-Gabe:	
IV	P ₀₋₃	K ₂ O 200 kg/ha als 40er Kali		Rundhacke:	8. 7. 1970
V	P ₀₋₃	P ₂ O ₅ 100 " " Novaphos		"	10. 7. 1970
VI	400 dz/ha StM P ₀₋₃	Präparateanwendung:		Ernte:	15. 7. 1970
		Kuhmistpräp. zur Winterfurche		Teilstück z. Anlage: 25,0m ²	10.11.1970
		u. Bestellung zu I, II, III:		Teilstück z. Ernte: 12,25m ²	
		6.11.1969; 7.5.1970			
		Kieselpräp. als Blattspritzung: ++			
		P ₀ Kontrolle			
		P ₁ 3x früh: 6.7.; 16.7.; 28.7.			
		3x abends: 6.8.; 24.8.; 11.9.			
		P ₂ 6x früh: Kiesel/Kuhmistpräp.			
		6.7.; 16.7.; 28.7.; 6.8.; 24.8.; 11.9.			
		P ₃ 6x abends wie P ₂			

+ Marke "Terracon" ++ Spritzung 1,2 im Blatt-Trigon; 3,4,5,6 im Wurzel-Trigon

Biologisch - dynamische Bewirtschaftung und konventioneller Anbau zu Sommerweizen
 Raulsch - Holzhausen 1971; Versuch "Gimberg"

Variante		Düngung und Präparate		allgemeine Versuchsdaten	
I ⁺	200 dz/ha StM P ₀₋₃	<u>N-Stufen</u> zu V u. VI		<u>Versuchsf Frucht:</u> Sommerweizen	"Kolibri"
II ⁺	400 dz/ha StM P ₀₋₃	N ₀	40 kg/ha N als KAS	<u>Anzahl der Var.</u> = 6 org. x 4 N bzw. P = 24	
III ⁺	400 dz/ha StM + 40 N als Hühnerd ₀₋₃ ⁺⁺	N ₂	60(40+20)	Stallmist und Rübenblatt gebreitet:	12.11.1970
IV	P ₀₋₃	N ₃	80(60+20)	Winterfurche (ca. 26cm):	13.11.1970
V	N ₀₋₃	<u>Grunddüngung</u> zu IV, V, VI z. Aussaat		Aussaat und 1. N-Gabe:	6. 4.1971
VI	400 dz/ha Rübenbl. N ₀₋₃	K ₂ O	130 kg/ha als 40er Kali	Saatstärke: 450 kfK/m ²	
		P ₂ O ₅	100 " Novaphos	Var. I, II, III, IV gehackt:	13. 5.1971
		<u>Präparateanwendung</u> zu I, II, III, IV		Var. V, VI gestriegelt	
		Kahmistoräp. zur Winterfurche und zur Bestellung: 13.11.70; 6.4.1971		2. N-Gabe:	18. 5.1971
		Kieselpräp. als Blattspritzung:		Aretit zu V, VI:	3. 6.1971
		P ₀ Kontrolle		<u>Ernte</u> mit Mährescher:	13. 8.1971
		P ₁	4x im Frucht-Trigon früh: 15.5.; 31.5.; 21.6.; 8.7.	Teilstück z. Anlage: 25,0 m ²	
		P ₂	4x im Wurzel-Trigon früh: 16.5.; 3.6.; 22.6.; 10.7.	Teilstück z. Ernte: 12,9 m ²	
		P ₃	4x wie P ₁ + 30 kg/ha N über Hühnerdung ⁺⁺		

* präparierter Stachelmist ++ Marke "Terragon"

Tabelle 3

Biologisch - dynamische Bewirtschaftung und konventioneller Anbau zu Zuckerrüben
 Raulsch - Holzhausen 1971; Versuch "Steinersloh"

Variante	Düngung und Präparate		allgemeine Versuchsdaten	
	N-Stufen zu V u. VI	Versuchsf Frucht: Zuckerrüben "Kawemono"	Anzahl der Var. = 6 org. x 4 N bzw. P = 24	
I 300 dz/ha StM präp. P ₀₋₃	N ₀		Tiefstallkuhmist gestreut: 3. 9. 1970	
II 600 dz/ha StM " "	N ₁ 80 kg/a N als KAS		Gründüngung (sinapis albus)	
III 600 dz/ha StM " "	N ₂ 120 (80+40) " "		gesät zu I, II, III:	5. 9. "
III 460 N als Hühnerdg. P ₀₋₃	N ₃ 160 (120+40) " "		Winterfurche (ca. 26cm):	13. 11. "
IV 400 dz/ha StM präp. P ₀₋₃	Gründüngung zu IV, V, VI z. Aussaat		Aussaat u. 1. N-Gabe:	3. 5. 1971
V 400 dz/ha StM präp. N ₀₋₃	K ₂ O 200 kg/ha als 40er Kali		vereinzelte:	1. 6. "
	P ₂ O ₅ 100 " " Novaphos		Maschinen-u. Rundhacke	
	Präparateanwendung:		Perfektion geg. Rübenfliege:	9. 6. "
	Kuhmistpräp. zur Winterfurche		2. N-Gabe:	22. 6. "
	u. Bestellung zu I, II, III:		Rundhacke:	5. 7. "
	5. 9. 1970; 13. 11. 70; 3. 5. 1971		Ernte:	13. 10. "
	Kieselpräparat als Blattspritzung:		Teilstück z. Anlage: 25 m ²	
	P ₀ Kontrolle		Teilstück z. Ernte: 12, 25 m ²	
	+ ₁ 3x früh: 25. 6.; 5. 7.; 7. 8.			
	+ ₂ 3x abends: 25. 8.; 2. 9.; 10. 9.			
	P ₂ 6x früh: 25. 6.; 5. 7.; 3. 8.			
	+ ₃ 19. 8.; 28. 8.; 7. 9.			
	P ₃ wie P ₁ +30 N über Hühnerdg.			

+ Marke "Terrephon"; ++ P₁: Spritzung 1, 2 im Blatt-, 3, 4, 5, 6 im Wurzel-Tripion; P₂: 1-6 im Blatt-Tripion

der Reihenfolge P₀, P₁, P₂, P₃. Die erste N-Gabe erfolgte mit der Grunddüngung, die zweite Gabe zu Zuckerrüben vor Reihenschluß, zu Sommerweizen kurz vor dem Schossen.

Die Spritzung des Kuhdungpräparates wurde bei allen Versuchen zu der Bodenbearbeitung im Herbst und im Frühjahr vorgenommen, die der Kieselemulsion in der Hauptwachstumszeit als Blattspritzung. Dabei gelangte sie 1970 zu Zuckerrüben in P₁ sechsmal (dreimal früh, dreimal abends) zur Anwendung, in P₂ nach verrühren mit dem Kuhdungpräparat sechsmal früh und bei P₃ sechsmal abends. Da nicht nur die Tageszeit einen Einfluß auf die Wirksamkeit der Präparateanwendung haben soll, sondern auch die Mondstellung im Tierkreis, erfolgten die ersten beiden Spritzungen im Blatt-Trigon, um zunächst den Blattapparat günstig zu beeinflussen und die weiteren im Wurzel-Trigon. Nachfolgend die bereits in der Einleitung genannten Aufwandmengen: 10 g Kieselpräparat auf 100 l Wasser/ha; 200 g Kuhdungpräparat auf 100 l Wasser/ha.

1971 wurden die P-Stufen in reine Kieselspritzungen abgeändert (siehe Tabelle 2 zur Versuchsdurchführung), da sich die Kombination des Kuhdung- und des Kieselpräparates nicht so gut bewährt hatte. Die Anfang April 1971 gesäten Rüben mußten wegen Trockenheit und starkem Moosknopfkäferfraß am 3. Mai umgebrochen und neu bestellt werden. Ein schweres Unwetter mit Hagelschlag Ende Mai führte zu einer erneuten Wachstumsverzögerung, die sich letztlich negativ auf den Ertrag auswirken mußte.

Die Verrechnung der Versuche erfolgte nach der von V. BOGUSLAWSKI (1942) entwickelten Gleitflächenmethode, sowie bei den Stickstoffsteigerungen nach der von V. BOGUSLAWSKI und SCHNEIDER (1962/63) entwickelten dritten Annäherung an das Ertragsgesetz:

$$y = M \times 10^{-z} \left| \log \frac{x}{m} \right| \frac{i^n}{i}$$

- Dabei ist:
- y der Ertrag
 - x die Menge der Nährstoffgabe
 - M der Maximalertrag der Kurve
 - m der zu M gehörende Wert der Nährstoffgabe x
 - i der Abstand des Anfangspunktes der Kurve vom Nullpunkt der x-Achse (gemessen in den Einheiten der Nährstoffgabe x)
 - z eine dimensionslose Kenngröße, die den Steigungswinkel des Kurvenbeginns kennzeichnet
 - n Exponent = >1

Winterweizen in Fruchtfolge und Monokultur 1969 - 1972

Zur Prüfung dieser Weizenmonokultur diente ebenfalls eine Gleitanlage (siehe Abbildung 2). In diesem Versuch werden vier Anbausysteme miteinander verglichen:

Tabelle 5

Winterweizen in Fruchtfolge und Monokultur
Rauisch-Holzhausen 1969 - 1972

A. Technische Daten zur Versuchsdurchführung

Biologisch - dynamische Bewirtschaftung (III)	Konventionelle Bewirtschaftung (II, IV)
<u>1969/69</u>	
400 dz/ha Stallmist präpariert	400 dz/ha Stallmist über Zuckerrüben
-	50 dz/ha ATM Stroh zu II eingebräst: 6.9.
-	130 kg/ha K_2O als 40er Kali
-	70 kg/ha P_2O_5 als Novaphos
Sommerfurche (-28 cm): 6.9.	zu II
Kuhdungpräparat: 6.9.	-
Wi-Raps-Gründüngung (G.D.): 7.9.	zu II + 30 kg/ha N als KAS
Aufwuchs: 6,7 dz/ha ATM	5,9 dz/ha
gegrubbert: 1.11.	zu II, zu IV Gründüngung wie II + gepflügt (-28 cm)
Weizenaussaat (Jubilar): 1.11.	gebeizt
445 keimf. $K\ddot{a}/m^2$ ungebeizt	wie III
Walze + Striegel: 8.4.	$N_1 = 75$ (30/10.4. als KAS + 45/19.5. als KAS zu IV KST zu II
$N_1 = 20$ (10/21.4. + 10/19.5) als Hühnerdung, + Handhacke	$N_2 = 100$ (30/ " " " + 70/ " " " "
$N_2 = 40$ (20/ " + 20/ ") " "	$N_3 = 125$ (30/ " " " + 70/ " " " "
$N_3 = 60$ (30/ " + 30/ ") " "	+ 25/18.6. als KAS
Kieselpräparat: 22.4. + 9.5.	Herbizid "U 46 M" 2 ltr./ha : 9.5.
Ernte: 22.8.	
<u>1969/70</u>	
400 dz/ha Stallmist präp.	400 dz/ha Stallmist über Zuckerrüben
-	36 dz/ha ATM Stroh zu II eingebräst: 2.9.
-	130 kg/ha K_2O , 70 kg/ha P_2O_5 zu II
Sommerfurche (-28 cm): 4.9.	zu II
Kuhdungpräparat: 4.9.	-
Wi-Raps G.D.: 4.9.	zu II + 30 N als KAS
Aufwuchs: 8,5 dz/ha ATM	5,8 dz/ha ATM
gebräst (-6 cm) + Schälfrucht (-15 cm): 30.10.	zu II, zu IV Gründüngung wie II + gepflügt (-28 cm)
Kuhdungpräparat: 30.10.	-
Weizenaussaat (Jubilar): 30.10.	gebeizt
409 keimf. $K\ddot{a}/m^2$ ungebeizt	$N_1 = 75$ (30/15.4. als KAS + 45/14.5. als KAS zu IV KST zu II
$N_1 = 20$ (10/15.4. + 10/14.5.) als Hühnerdung + Handhacke	$N_2 = 100$ (30/ " " " + 70/ " " " "
$N_2 = 40$ (20/ " + 20/ ") " "	$N_3 = 125$ (30/ " " " + 70/ " " " "
$N_3 = 60$ (30/ " + 30/ ") " "	+ 25/ 9.6. als KAS
Handhacke: 2.6.	wie III
Kieselpräparat: 15.5. + 23.5. + 1.6.	Herbizid "U 46" 4 kg/ha : 7.5.
Ernte: 22.8.	

Tabelle 5

Winterweizen in Fruchtfolge und Monokultur
 Raulisch-Holzhausen 1959 - 1972
B. Technische Daten zur Versuchsdurchführung

Biologisch - dynamische Bewirtschaftung (III)	Konventionelle Bewirtschaftung (II, IV)
<u>1970/71</u>	
200 dz/ha Stallmist präpariert	400 dz/ha Stallmist über Zuckerrüben
-	50 dz/ha ATM Stroh zu II eingefräst: 26.8.
-	130 K_2O , 70 P_2O_5 zu II
Sommerfurche (-28 cm): 27.8.	zu II
Kuhdungpräparat: 28.8.	-
Wi-Raps - G.D. : 28.8.	zu II + 50 N als KAS
Aufwuchs: 22,2 dz/ha ATM	14,6 dz/ha ATM
gefräst + Schälfruche: 24.10.	zu II, zu IV Grunddüngung wie II + gepflügt (-28 cm)
Kuhdungpräparat: 24.10.	.. -
Weizenaussaat (Jubilar): 24.10.	
507 keimf. K_5/m^2 ungebeizt	gebeizt
$N_1 = 20$ (10/15.4. + 10/6.5.) als Hühnerdung + Handhacke	$N_1 = 75$ (30/9.3. als KAS + 45/16.4. als KAS zu IV,) KST zu II
$N_2 = 40$ (20/ " + 20/ ")	$N_2 = 100$ (30/ " " " + 70/ " " " ")
$N_3 = 60$ (30/ " + 30/ ")	$N_3 = 125$ (30/ " " " + 70/ " " " ")
Kieselpräparat: 17.4. + 26.4.	+ 25/3.6. als KAS
-	Chlorcholinchlorid (CCC) 1 ltr./ha 3.5.
-	Herbizid "Hedonal MC-P" 4 " /ha 13.5.
Ernte: 11.8.	
<u>1971/72</u>	
200 dz/ha Stallmist präpariert	400 dz/ha Stallmist über Zuckerrüben
-	48,6 dz/ha ATM Stroh zu II eingefräst: 23.8.
-	130 K_2O , 70 P_2O_5 zu II.
Sommerfurche (-28 cm): 25.8.	zu II
Kuhdungpräparat: 25.8.	-
Wi-Raps - G.D. : 25.8.	zu II 50 N als KAS
Aufwuchs: 23,8 dz/ha ATM	21,5 dz/ha ATM
Brantkalk 25 dz/ha : 25.10.	wie III
gefräst + Schälfruche: 26.10.	zu II, zu IV Grunddüngung wie II + gepflügt (-28 cm)
Kuhdungpräparat : 26.10.	-
Weizenaussaat (Jubilar): 26.10.	
464 keimf. K_5/m^2 ungebeizt	gebeizt
Walze + Striegel: 16.3.	wie III
$N_1 = 20/26.4.$ als Hühnerdung + Handhacke	$N_1 = 75$ (30/16.3. als KAS + 45/26.4. als KAS zu IV,) KST zu II
$N_2 = 40/ "$	$N_2 = 100$ (30/ " " " + 70/ " " " ")
$N_3 = 60/ "$	$N_3 = 125$ (30/ " " " + 70/ " " " ")
Kieselpräparat: 12.5. + 16.5.	+ 25/22.6. als KAS
-	Herbizid "Aretit" 4 ltr./ha + "Gesaran" 2,5 ltr./ha: 24.4.
-	CCC 1 ltr./ha: 26.4.
Ernte: 23.8.	

- | | | |
|-----|--------------------------------------|--------------|
| I | Stroh verbrannt | Sommerfurche |
| | Raps-Gründüngung | |
| II | Stroh eingefräst | Sommerfurche |
| | Raps-Gründüngung | |
| III | jährlich 200dz/ha präp. Tiefstall- | |
| | mist Raps-Gründüngung | |
| IV | Winterweizen in konventioneller | |
| | Fruchtfolge (1. Zuckerrüben, 2. Win- | |
| | terweizen, 3. Sommergerste) | |

Ausgehend von der höchsten Strohernte der Monofläche wird das Stroh auf I gleichmäßig aufgebracht und verbrannt, auf II gehäckselt und ca. 6 cm eingefräst. Variante III erhält 200 dz/ha biologisch-dynamisch präparierten Tiefstallmist. Unmittelbar an diese Arbeiten erfolgt die Sommerfurche mit 26 - 28 cm Tiefe zur Raps-Gründüngung, nachdem auf den Varianten I und II der Grunddünger ausgebracht wurde.

Der Fruchtfolgeweizenschlag wird nach der Zuckerrübenernte nach einer K/P-Düngung in gleicher Höhe von I und II ebenfalls 26 - 28 cm tief gepflügt. Die begrünzte Monofläche I, II und III wird zum gleichen Zeitpunkt zur Saatbettbereitung 10 - 15 cm tief bearbeitet und einschließlich Variante IV mit "Jubilar" bestellt. Die biologisch-dynamische Behandlung auf Variante III sieht das Spritzen von Kuhdungpräparat zu jeder Bodenbearbeitung vor, während der Weizen in der Hauptwachstumszeit dreimal mit dem Kieselpräparat behandelt wird. Alle weiteren Daten zur Versuchsdurchführung sind Tabelle 5 zu entnehmen.

Um eine Aussage der einzelnen Anbausysteme auf den Pflanzenbestand zu gewinnen, wurde nach Aufgang des Winterweizens ein laufender Meter Drillreihe je Teilstück fixiert und an diesem die Keimdichte und vor Ernte die Zahl Ährentragender Halme bestimmt. Aus beiden Werten läßt sich die produktive Bestockung ermitteln. Während der Vegetation wurde im Abstand von 10 Tagen der Befall mit *Cercospora herpotrichoides* (Halmbrochkrankheit) ausgezählt. Dazu dienten jeweils 100 Pflanzen aus dem dafür vorgesehenen Bonitierungsstreifen. Als Grundlage diente das von BOCKMANN, Kiel-Kitzeberg, ausgearbeitete Schema, das folgende Unterscheidungen vorsieht:

gesunde Halme (ohne jegliche Befallszeichen)

schwach kranke Halme (bis zur Hälfte des Stengelquerschnitts innerhalb eines Internodiums gebräunt, aber noch nicht vermorscht)

schwerkranke Halme (über die Hälfte gebräunt, bereits weitgehend vermorscht; Probe: Beanspruchung auf Drehung)

Als Ausdruck der Umsatzintensität im Boden wurde die CO_2 -Produktion des Bodens erfaßt. Die Messungen erfolgten einmal wöchentlich zum gleichen Zeitpunkt unter Berücksichtigung der Bodenfeuchte und -temperatur. Nach der Ernte wurden aus allen Varianten in N_2 mittels Bohrstock Bodenproben gezogen und auf die üblichen chemischen Kennwerte untersucht. Die physikalischen Untersuchungen erstreckten sich auf die Bestimmung der Krümelstabilität und die Verteilung der einzel-

nen Volumina bis 35 cm Bodentiefe. Aufschluß über etwaige Bodenverdichtungen oder Lockerungseffekte sollte der Einsatz der Rammsonde nach V. BOGUSLAWSKI/LENZ (1958, 1959) geben. Zum Nachweis der biologischen Aktivität wurde die Zahl der Regenwurmgänge in 15 cm Tiefe auf $0,5 \text{ m}^2 \times 4$ Wiederholungen festgestellt.

Wegen der besseren Vergleichbarkeit sollen hier nur die organischen Varianten II, III und IV gegenübergestellt werden.

Versuche "Lehmkaute a₁" 1970-1972

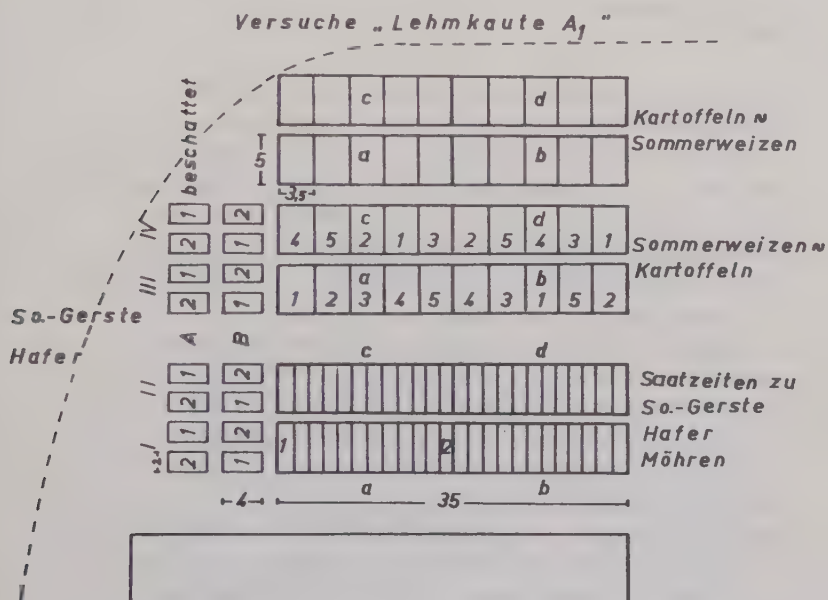
Die Versuchsfläche "Lehmkaute a₁" wird seit 1968 biologisch-dynamisch bewirtschaftet und ab 1970 nach Darstellung versuchsmäßig bestellt. Folgende Fragestellungen wurden aufgegriffen:

Beschattungsversuch 1970 zu Sommergerste und 1971 zu Hafer

Die organischen Düngungsvarianten I - III werden zur Hälfte mit hochgehängten vierfach gelegten (Herings-)Netzen abgedeckt, was je nach Bewölkungsgrad einem Beschattungseffekt von 35 - 50 % entsprach. "Beschattet" und "unbeschattet" wird wiederum zur Hälfte sechsmal mit Kieselpräparat behandelt.

Biologisch-dynamische Bewirtschaftung zu verschiedenen Kulturen

Abb.:3 Rausch-Holzhausen 1970-1972



Kieselpräparat als Blattspritzung zu Sommerweizen
und Kartoffeln

Ertrag und Ertragskomponenten sollen einen Hinweis auf den günstigsten Anwendungszeitpunkt und in Kombination mit dem Kuhdungpräparat geben.

Saatzeitversuche mit Sommergerste, Hafer und
Möhren

Zwölf Saattermine, die sich über einen siderischen Monat erstrecken, prüfen den möglichen Einfluß der Mond-Tierkreis-Konstellationen auf die Ertragsbildung. Da der Bodenbearbeitung zu den entsprechenden Aussaatterminen eine entscheidende Bedeutung zukommen soll (THUN 1968), wurden die entsprechenden Teilstücke jeweils zur Aussaat mit einer schweren Egge zweimal gelockert, anschließend mit einer Saategge saatkünftig gemacht und mit Kuhdungpräparat gespritzt. Bei dem Saatzeitversuch zu Möhren 1972 erfolgte die Bodenbearbeitung zu jedem Saattermin wie in den Vorjahren, jedoch kam vor dem Drillen der Möhren auf 33,3 cm Reihenabstand eine Glattwalze zum Einsatz. Die Möhren wurden auf 3 - 5 cm Abstand verzogen. Zur Ernte, die in drei Etappen (Saatzeit 1 - 4; 5 - 8; 9 - 12) erfolgte, kamen aus jedem Teilstück drei lfd. Meter zur Auswertung auf Ertrag und auf Anzahl und Prozent Verzweigungen (Beinigkeit) ausgezählt.

Die Hackarbeiten wurden bei allen Saatzeitversuchen zu den einzelnen Varianten im entsprechenden Trigon

durchgeführt, so daß der Trigon-Effekt über den Boden stärker zum Tragen kommen sollte.

Herbst 1968 und 1969 wurde die gesamte Fläche mit 500 dz/ha präpariertem Stapelmist abgedüngt. Zu den Bodenbearbeitungen wurde jeweils das Kuhdungpräparat gespritzt. In den folgenden Jahren konnten die Stallmistgaben auf 200 dz/ha reduziert werden, wobei das Kuhdungpräparat zu jeder Bearbeitung stets zur Anwendung gelangte.

Technische Daten zur Versuchsdurchführung

Allgemeine Daten zur Versuchsfläche "Lehmkaute a₁" 1970

- 12. 9.69 Aussaat Senf-Gründüngung
- 11.11.69 Grünmasse: 112 dz/ha FM
Grobwurzelmasse: 8,32 dz/ha FM
500 dz/ha präparierter Stallmist
- 12.11.69 gepflügt (-25 cm)
- 20. 4.70 abgeschleppt und geeggt
Kuhdungpräparat

Kieselemulsion zu Sommerweizen 1970

- 21. 4.70 Aussaat "Opal", Teilst. z. Anlage: 17,5 m²
462 keimf. KÖ./m²
- 26. 5.70 Handhacke

Präparateanwendung:

- Var. 1 Kontrolle
- " 2 Kiesel 3 x : 23.5., 11.6., 8.7.
- " 3 Kiesel 6 x : 15.5., 23.5., 1.6.,
11.6., 20.6., 8.7.
- " 4 Kiesel und Kuhdungpräparate 3 x:
23.5., 11.6., 8.7.
- " 5 Kiesel 3 x : 23.5., 11.6., 8.7. und
Präparate aus Basaltmehl und Brennessel
kurz vor der Blüte
- 14. 8.70 Ernte: 12,0 m²/Teilstück

Kieselemulsion zu Kartoffeln 1970

9. 5.70 Kartoffeln gelegt "Wanda", Teilst. z.
Anlage: 17,5 m², Kuehdungspräparat
17. 5.70 gestriegelt
4. 6.70 Maschinenhacke, Handhacke
8. 6.70 angehäufelt
19. 6.70 "Spritz" (pflanzliches Insektizid)
gegen Kartoffelkäfer

Präparateanwendung:

- Var. 1 Kontrolle
" 2 Kiesel 6 x : 15.6., 23.6., 20.7. (früh)
28.7., 6.8., 24.8. (abends)
" 3 Kiesel- und Kuehdungpräparate 6 x
Termine wie Var. 2)
" 4 Kiesel- und Kuehdungpräparate 6 x früh
" 5 Kiesel- und Kuehdungpräparate 6 x abends
22.10.70 Ernte: 10,3 m²/Teilst.

Beschattungsversuch zu Sommergerste 1970

21. 4.70 Aussaat "Union", Teilst. z. Anlage:
8,0 m², 464 keimf. Kö./m²
13. 5.70 Var. I (30 N als Oskorna) und III (30 N
als KAS) gedüngt und Handhacke
Kieselanwendung: 15.5., 22.5., 1.6.,
10.6., 21.6., 30.6.
26. 5.70 Handhacke
10. 8.70 Ernte: 5,3 m²/Teilst.

Saatzeitversuch zu Sommergerste 1970

Aussaat "Union": Sternbild: Ernte: 5,0 m²/Teilst.
464 keimf. Kö./m²
Teilst.z.Anl. 6,75m²

1	19.5.	W	Jungfrau	7.8.
2	20.5.	B	Waage	10.8.
3	22.5.	Bl	Skorpion	14.8.
4	23.5.	F	Schütze	14.8.
5	26.5.	W	Steinbock	15.8.
6	27.5.	B	Wassermann	17.8.
7	29.5.	Bl	Fische	19.8.
8	1.6.	F	Widder	20.8.
9	3.6.	W	Stier	22.8.
10	6.6.	B	Zwilling	25.8.
11	8.6.	Bl	Krebs	26.8.
12	10.6.	F	Löwe	28.8.

- W = Wurzel-Trigon
gehackt und Kiesel am 19.5., 26.5., 3.6.
B = Blüten-Trigon
gehackt und Kiesel am 20.5., 27.5., 6.6.
Bl = Blatt-Trigon
gehackt und Kiesel am 22.5., 29.5., 8.6.
F = Frucht-Trigon
gehackt und Kiesel am 23.5., 1.6., 10.6.

Allgemeine Daten zur Versuchsfläche "Lehmkaute a₁"
1971

28. 8.70 200 dz/ha präp. Stallmist auf Stoppel
von Sommerweizen und Sommergerste (Saat-
zeitversuch) Schälfrucht (-15 cm)
29. 8.70 Aussaat Senf-G.D.
26.10.70 Grünmasse: 407 dz/ha FM
Grobwurzelmasse: 36,0 dz/ha FM
Senf abgeschlegelt
4.11.70 200 dz/ha präp. Stallmist auf Kartoffel-
land gepflügt (-25 cm) und Kuhdungpräp.
30. 3.71 abgeschleppt und geeggt und Kuhdungpräp.

Kieselemulsion zu Sommerweizen 1971

6. 4.71 Aussaat "Kolibri", Teilst. z. Anlage:
17,5 m²; 451 keimf. Kö./m²; Kuhdungpräp.
13. 5.71 Handhacke
Kieselanwendung:
Var. 1 Kontrolle
" 2 3 x im Frucht-Trigon früh: 15.5. 31.5. 19.6.
" 3 3 x " " abends: 14.5. 31.5. 19.6.
" 4 3 x im Wurzel Trigon früh: 17.5. 3.6. 21.6.
" 5 3 x " " abends: 16.5. 3.6. 21.6.
17. 8.71 Ernte: 10,15 m²/Teilst.

Kieselemulsion zu Kartoffeln 1971

6. 5.71 Kartoffeln gelegt "Grata", Teilst. z.
Anlage: 17,5 m²; Kuhdungpräparat
17. 5.71 gestriegelt
4. 6.71 Maschinenhacke, Handhacke
8. 6.71 angehäufelt
30. 6.71 "Spruzit" gegen Kartoffelkäfer zu Var.1,2,5
19. 7.71 Käfer von Hand abgelesen zu Var. 3, 4

Kieselanwendung:

Var. 1 4 x 21.6., 30.6. früh
 19.7., 29.7. abends und "Spruzit"
 Var. 2 --- "Spruzit"
 Var. 3 4 x 21.6., 30.6. früh
 19.7., 29.7. abends
 Var. 4 ---
 Var. 5 4 x 21.6., 30.6., 19.7., 29.7.
 abends und "Spruzit"

24. 9.71 Ernte: 9,2 m²/Teilst.

Beschattungsversuch zu Hafer 1971

31. 3.71 Aussaat "Tiger" zu Var. I, II, III
 und Kuddungpräp. 464 keimf. KÖ./m²
 16. 4.71 Aussaat zu Var. IV; Düngung zur
 Aussaat zu I 30 N (als "Oskorna"),
 zu III, IV 30 N (als KAS)
 Teilst. z. Anlage: 8,0 m²
 13. 5.71 Handhacke

Kieselanwendung: 5.5., 15.5., 31.5.

25. 8.71 Ernte: 5,3 m²/Teilst.

Saatzeitversuch zu Hafer 1971

Aussaat "Tiger" am
 Teilst. z. Anl.: 6,75 m²
 464 keimf. KÖ./m²

Sternbild

1	31.3.	W	Stier
2	2.4.	B	Zwilling
3	5.4.	Bl	Krebs
4	6.4.	F	Löwe
5	8.4.	W	Jungfrau
6	13.4.	B	Waage
7	14.4.	Bl	Skorpion
8	16.4.	F	Schütze
9	19.4.	W	Steinbock
10	21.4.	B	Wassermann
11	23.4.	Bl	Fische
12	26.4.	F	Widder

- W = Wurzel-Trigon
 gehackt und Kiesel am 27.4., 6.5.
 B = Blüten-Trigon
 gehackt und Kiesel am 30.4., 10.5.
 Bl = Blatt-Trigon
 gehackt und Kiesel am 1.5., 12.5.
 F = Frucht-Trigon
 gehackt und Kiesel am 4.5., 14.5.

28.8.71 Ernte: 5,0 m²/Teilst.

Saatzeitversuch zu Möhren 1972

7. 9.71 200 dz/ha präp. Stallmist auf Stoppel
 Schälfrucht (-15 cm), Kuhdungpräp.
 8. 9.71 Aussaat Senf-G.D. (kein Aufwuchs
 wegen Trockenheit)
 11.10.71 gepflügt (-25 cm)
 24. 3.72 abgeschleppt

Aussaat "Rothild" am: Sternbild: Ernte am:
 Teilst. z. Anlage:
 6,65 m²

1	26.5.	B	Zwilling	18.9.
2	27.5.	Bl	Krebs	18.9.
3	31.5.	F	Löwe	18.9.
4	2.6.	W	Jungfrau	18.9.
5	4.6.	B	Waage	28.9.
6	7.6.	Bl	Skorpion	28.9.
7	9.6.	F	Schütze	28.9.
8	10.6.	W	Steinbock	28.9.
9	13.6.	B	Wassermann	6.10.
10	15.6.	Bl	Fische	6.10.
11	16.6.	F	Widder	6.10.
12	20.6.	W	Stier	6.10.

- B = Blüten-Trigon
 gehackt am 26.5., 4.6., 13.6.
 Bl = Blatt-Trigon
 gehackt am 27.5., 7.6., 15.6.
 F = Frucht-Trigon
 gehackt am 31.5., 9.6., 16.6.
 W = Wurzel-Trigon
 gehackt am 2.6., 10.6., 20.6.

Aus jedem Teilstück kamen 3 x 1 lfdm zur Auswertung

Gefäßversuch zu Sommerweizen (Opal) 1970/71

Um die Wirkung des Kieselpräparates exakter erfassen und definieren zu können, wurde im klimatisierten Gewächshaus vom 26.10.1970 bis 18.5.1971 ein Gefäßversuch mit Sommerweizen in Mitscherlich-Gefäßen mit folgenden Varianten in drei Wiederholungen durchgeführt:

I. Organische Düngung mit Terragon (Hühnerdung)

a) entspr. 1,0 g N je Gefäß

b) entspr. 1,8 g N je Gefäß

a b mit je 5 Behandlungen (1 - 5):

1 = unbehandelt

2 = 6 x Kieselemulsion 0,01 %ig:

1.12., 10.12., 18.12., 29.12., 15.1., 24.1.

3 = 3 x Kieselemulsion 0,01 %ig:

1.12., 18.12., 15.1.

4 = 3 x Kieselemulsion 0,01 %ig zusammen

mit Kuhdungpräp. 0,2 %ig:

1.12., 18.12., 15.1.

5 = 3 x Aqua dest.: 1.12., 18.12., 15.1.

II. Mineralische Düngung

a) 1,0 g N je Gefäß

b) 1,8 g N je Gefäß als NH_4NO_3

Füllung: Boden (LÖB, R-Holzhausen, "Lehmkaute a1"):
Sand (Dorner Nr. 9 fg.) = 4,5 : 2,3 kg

Grunddüngung für Serie II:

1,5 g CaCO_3 ; K als K_2SO_4 und P als prim.

Ca-Phosphat entsprechend den Mengen im zugeführten Terragon, das sind:

bei 1,0 g N 0,35 g K und 0,38 g P

bei 1,8 g N 0,64 g K und 0,69 g P

Analyse Terragon: TS = 86 %
ITS = 5,69 % N
= 2,01 % K
= 2,14 % P

Dem Versuch lag das "vereinfachte Normalprogramm" mit zwei Temperaturen zugrunde:

1. Phase 30.10.70 - 7.1.71
Nachttemperatur 6,0° C
Tagestemperatur 15,5° C
2. Phase 8.1.70 - 17.2.71
Nachttemperatur 8,5° C
Tagestemperatur 18,0° C

Die relative Luftfeuchte betrug nachts 70 % und tags 55 %. Die Tageslänge stieg von anfangs 15 h auf 17,5 h bis zum 14.12.70 und war ab 8.1.71 rückläufig, das heißt sie erreichte am 17.2.71 den 15-Stunden-Tag.

Chemische Untersuchungen

Alle anfallenden Analysen wurden nach folgenden Methoden ermittelt:

Boden: Gesamt-N nach KJELDAHL/JODLBAUER/FOERSTER
C kolorimetrisch nach RAUTERBERG/KREMKUS
K₂O und P₂O₅ mit Doppellaktatmethode
nach EGNER/RIEHM
pH (KCl) mit pH-Meter

Pflanze: Gesamt-N nach KJELDAHL
K, Ca, Mg und Na mit Flammenphotometer
P kolorimetrisch nach GERICKE/KURMIES

Messung der Bodenatmung:

1970 mittels elektrolytischer Titration von CO₂
nach TREADWELL (1947), verbessert nach KOEPF (1952).

1971 diente zum Auffangen des Kohlendioxyds wie 1970 die Lundegardh'sche Glocke. Zur Bestimmung des in der Atmungsglocke aufgefangenen CO_2 wurde das Gasspürgerät der Firma Draeger eingesetzt (RICHTER 1972). Mit einer Dosierpumpe wird eine bestimmte Menge der mit mehr oder weniger Kohlendioxyd angereicherten Bodenluft durch ein Prüfröhrchen mit entsprechender Empfindlichkeit abgesaugt. Durch Verfärben von Kristallviolett als Redoxindikator kann CO_2 in Vol % unmittelbar abgelesen werden. Als Reagens diente Hydrazin. Der Chemismus läuft nach folgender Gleichung ab:



Physikalische Messungen

Rammsonde nach V. BOGUSLAWSKI/LENZ (1958) zu Messung der Stabilität des Bodengefüges

Krümelstabilität nach CZERATZKI (1957)

Stechzylinder nach V. NITZSCH (1926) zur Bestimmung der Volumenverteilung Boden, Luft, Wasser

Halmschnickmessungen nach HORN (1965) zur Erfassung des Bruchmoments (cmp). Hierzu wurden aus der Gefäßserie zu Sommerweizen je Gefäß 20 Halme an der Basis abgeschnitten und unmittelbar unter dem untersten Knoten eingespannt

und mittels des Halmbiegers bis zum Knicken umgebogen. Durch einen Oszillographen wurde die zum Biegen erforderliche Kraft in Abhängigkeit vom Biegewinkel in Form einer Kurve auf lichtempfindlichem Papier aufgezeichnet. Die im Augenblick des Knickens einwirkende Kraft wird als Bruchmoment bezeichnet und in $\text{cm} \cdot \text{p}$ angegeben.

Einige mikrobiologische Untersuchungen* an zwei Böden und biologisch-dynamisch präpariertem und unpräpariertem Stallmist.

*Diese Untersuchungen verdanke ich Herrn Özcellik vom Institut für landwirtschaftliche Mikrobiologie der Justus-Liebig-Universität Gießen

3. Standort und Witterung

Der Versuchsstandort liegt mit ca. 220 m NN am nördlichen Rand des auslaufenden Vogelsberges im sogenannten Amöneburger Becken, das durch eine mehr oder weniger mächtige Lößauflagerung ausgezeichnet ist. Durch den hohen Schluffanteil in der Krume von ~80 % neigt der Boden zur Verschlümmung. Unterstützt wird diese Degradierung durch den Tonaustrag und die Kalkauswaschung aus der Krume mitbedingt durch den relativ hoch anstehenden Al, Bt-Horizont, liegt demnach als Bodentyp eine pseudovergleyte Parabraunerde vor. Die Instabilität der Krume findet eine weitere Erklärung in dem niedrigen Humusgehalt von durchschnittlich 1 % C und freiem Kalk, der bis auf 80 bis 100 cm weitgehend ausgewaschen ist. Die Reaktion ist bei pH-Werten um 6,0 - 6,2 als schwach sauer zu bezeichnen. Das C/N-Verhältnis ist mit rund 1 : 10 relativ eng. Die Kali- und Phosphorwerte entsprechen mit durchschnittlich 20 - 25 mg je 100 g Boden einer guten Versorgungsstufe.

Diese Standortbeschreibung trifft für alle Versuchsflächen gleichermaßen zu. Die Versuchsfläche "Gimberg" hat auf Grund ihrer Hangneigung ein "geköpftes" Profil und dem dadurch bedingten höheren Tongehalt eine ausgeprägte Pflugsohle. Eingepflügter Stallmist wird wie 1970 nur langsam mineralisiert und ist häufig als Schicht in einer Reduktionszone zu erkennen.

WITTERUNGSVERLAUF 1970 u. 1971 IN PENTADEN

Abb.: 4 RAUSCH - HOLZHAUSEN

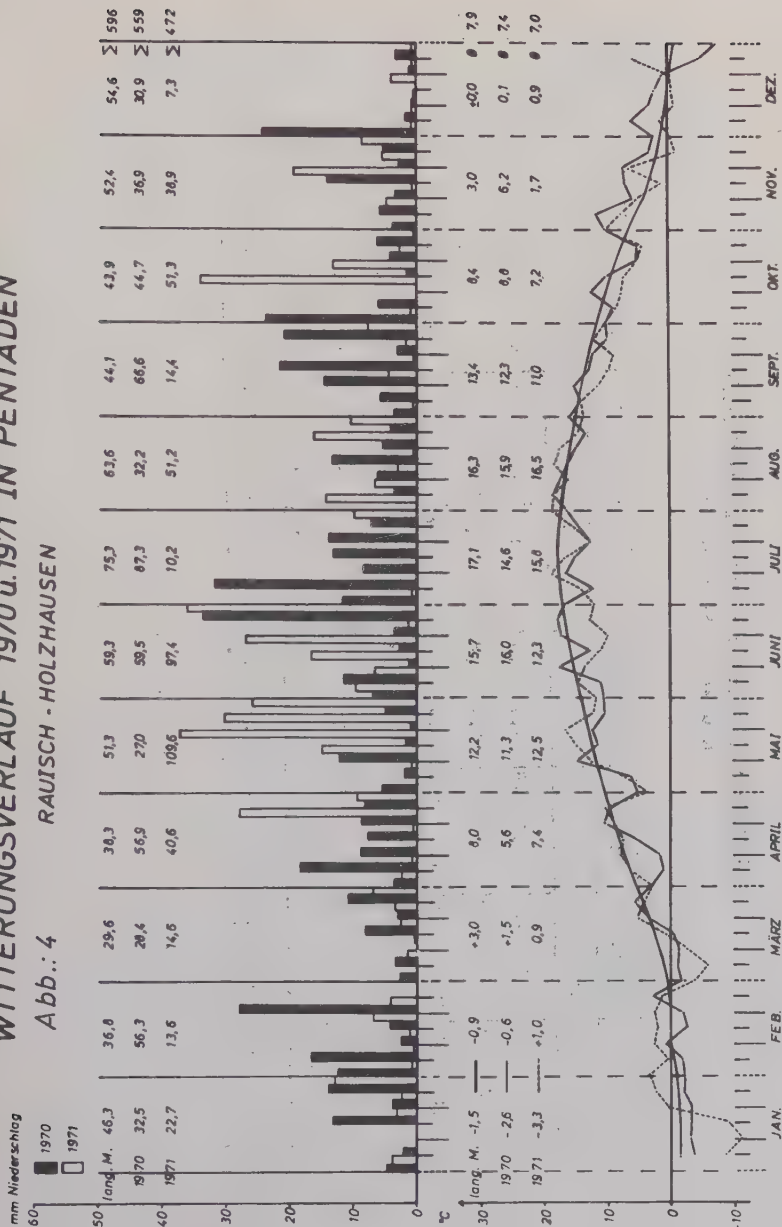


Tabelle 4

Klimadaten für Januar bis September 1972

Rauisch - Holzhausen

Pentade	Jan.		Febr.		März		April		Mai		Juni		Juli		Aug.		Sept.	
	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C	mm	°C
1	/	1,5	0,3	-5,6	7,3	0,4	19,7	7,1	2,6	11,3	1,8	11,7	6,8	13,9	4,8	15,4	/	12,2
2	10,5	-2,7	2,6	0,3	4,9	2,1	5,4	6,8	30,0	10,7	42,1	12,0	32,3	17,4	11,6	18,6	15,4	14,2
3	1,6	-0,9	6,0	0,9	1,1	1,1	15,1	4,7	24,4	5,8	3,6	10,5	0,5	13,2	57,2	17,0	15,9	9,1
4	/	-6,3	/	2,1	/	5,4	2,6	4,1	18,6	6,5	0,6	12,1	1,0	20,8	30,5	13,0	7,3	9,0
5	1,1	-3,4	/	2,0	/	4,4	9,3	4,6	4,7	12,1	5,1	13,6	23,3	18,9	3,0	12,7	0,6	8,4
6	7,9	-6,5	/	1,1	21,1	4,1	0,5	6,2	22,3	9,7	35,4	15,9	2,8	14,3	/	13,5	5,3	7,2
Σ bzw. M	21,1	-3,2	8,9	0,1	34,4	2,9	52,6	5,6	103	9,4	88,6	12,5	66,7	16,5	107	15,5	44,5	9,3

Die Witterung ist mit einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von $7,9^{\circ}\text{C}$ bereits als rau zu bezeichnen. Obwohl die jährliche Niederschlagsmenge von 590 mm im Schnitt der letzten 20 Jahre nur mäßig ist, können die Pflanzen Trockenperioden unbeschadet überstehen, da die Wasserhaltefähigkeit des schluffreichen Bodens außerordentlich hoch und die Nachlieferung aus tieferen Schichten ausreichend ist. Die mittleren monatlichen Niederschlagsmengen von 40 mm bis 50 mm werden in den Monaten Juni, Juli, August häufig überschritten, was der Standfestigkeit des Getreides und einer reibungslosen Ernte abträglich ist. Für die vorliegenden Untersuchungsjahre 1970 bis 1972 werden die Witterungsdaten in Abbildung 1 und Tabelle 4 mitgeteilt.

Das Jahr 1970 brachte mit dem zu kühlen und niederschlagsreichen April eine Verzögerung der Frühjahrsbestellung. Hohe Niederschläge im Juli führten zu Lagergetreide. Trotz des Niederschlagsdefizits, das auf den unterdurchschnittlichen Werten der Monate Januar, Mai, August basiert, blieb eine ausreichende Wasserversorgung aus o.g. Gründen erhalten.

Ähnliche Temperaturverhältnisse wie 1970 liegen auch im zweiten Versuchsjahr 1971 vor. In beiden Jahren war daher die Jugendentwicklung verzögert, was sich günstig auf die Ertragsstruktur bei Getreide auswirkte. Für die 1971 spät bestellten

Zuckerrüben brachten allerdings der sehr kühle Juni und der mit nur 10 mm Niederschlag außergewöhnlich trockene Juli ungünstige Wachstumsbedingungen. Wenn 1971 die Niederschläge mit nur 470 mm weit unter dem Durchschnittswert blieben, so ist das auf die niederschlagsarmen Monate Januar, Februar, März, Juli, September, November und Dezember zurückzuführen. Die Julitrockenheit machte sich auch bei der Knollengröße der Kartoffeln negativ bemerkbar.

Die von März bis September 1972 reichlichen und relativ gut verteilten Niederschläge gewährleisteten ein zügiges Wachstum und hohes Ertragsniveau der Möhren, wenn auch die Temperaturen durchweg hinter den langjährigen Monatsmitteln zurückblieben.

4.1.1. Versuch "Gimberg" 1970 zu Zuckerrüben

4.1.1.1. Erträge

Die Ernteergebnisse werden in Tabelle 6 für Rübe und Blatt getrennt mitgeteilt und in Abbildung 5 dargestellt. Höchstertrag und Höchstertragsgebiet für Rübenkörper finden sich im konventionellen Teil in N₂ (100 - 50). Unter Berücksichtigung des Standortes ist das ein relativ hohes Ertragsniveau, wobei die Wirkung des Stallmists vor allem in N₀ mit einer Mehrleistung von 60 % zum Ausdruck kommt. Mit steigender Stickstoffdüngung geht sie jedoch

Tabelle 6

Biologisch-dynamische Bewirtschaftung und konventioneller Anbau an Zuckerrüben

Rauisch - Holshausen 1970; Versuch "Gimberg"

Erträge in dz/ha ATM $\pm$ $\bar{\sigma}$ * Höchstertrag; Höchstertragsgebiet

	biologisch - dynamisch				konventionell				
Variante	I	II	III	IV		V	VI		
Stallmist dz/ha Fr.M.	300	600	600 +60% Hühnerdg.	N ₂ 150(100+50)		—	400		
Rübe									
P ₀ ohne Behandlg.	78,4 3,20	84,0 1,63	99,1 7,01	110,0 3,69	N ₀	49,5 5,05	y ⁺ 49,5	y ⁺ 79,7 3,69	78,6
P ₁ Kiesel früh/abends	94,5 4,06	96,6 5,14	120,0 5,74	135,0 2,94	N ₁ 100	125,0 3,40	125,0	128,0 3,66	128,7
P ₂ Kiesel+ Kuhmist früh	80,0 4,50	89,8 3,21	105,0 5,69	132,0 2,31	N ₂ 150 (100+50)	140,0 7,18	139,8	146,0* 7,94	142,8
P ₃ Kiesel+ Kuhmist abends	69,8 4,98	88,3 2,78	90,2 4,10	135,0 3,20	N ₂ 200 3(160+40)	123,0 5,58	123,1	141,0 7,32	141,2
Blatt									
P ₀	31,3 0,97	37,4 0,52	41,0 2,64	52,0 1,24	N ₀	23,5 1,05	23,4	26,9 1,89	26,7
P ₁	34,3 1,34	38,9 1,24	38,4 2,08	60,3 1,42	N ₁	44,7 0,74	44,3	50,7 1,63	50,7
P ₂	35,1 2,01	36,1 1,32	39,3 2,42	60,7* 1,66	N ₂	50,9 1,87	51,0	59,4* 2,10	56,3
P ₃	30,4 1,77	32,0 2,04	37,1 2,13	55,4 1,26	N ₃	49,6 1,68	49,6	51,6 1,72	52,4
Gesamt									
P ₀	110,0 3,34	121,0 1,78	140,0 7,49	162,0 3,86	N ₀	73,0 5,16	73,0	107,0 4,15	107,0
P ₁	129,0 4,38	136,0 5,26	158,0 6,07	195,0 3,27	N ₁	170,0 3,48	170,3	179,0 4,01	178,8
P ₂	115,0 4,71	128,0 3,47	144,0 6,18	193,0 2,85	N ₂	191,0 7,42	190,7	205,0* 8,21	205,1
P ₃	100,0 5,15	120,0 3,45	127,0 4,71	190,0 3,44	N ₃	177,0 5,83	173,1	193,0 7,52	193,0

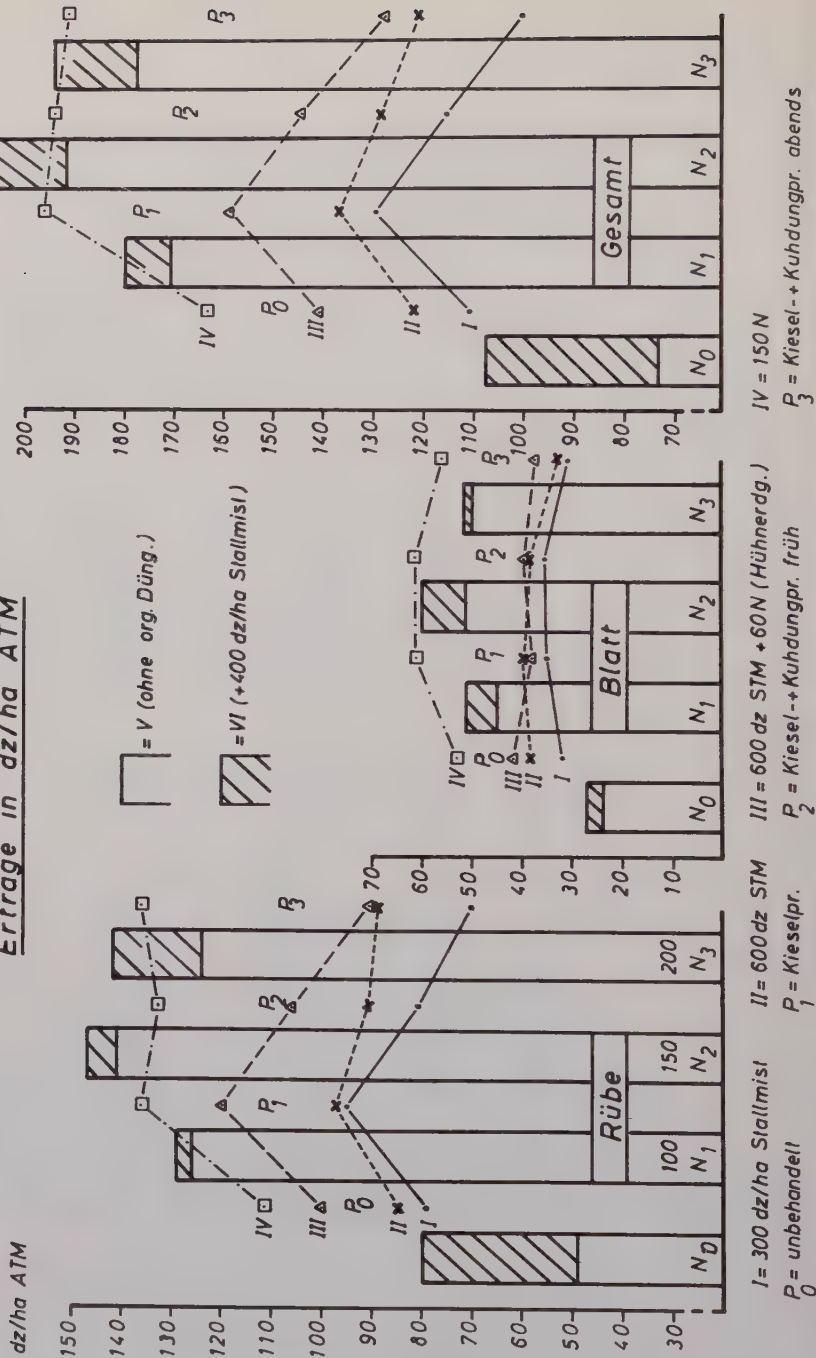
y⁺ berechnet nach 3. Annäherung an das Ertragsgesetz (v. Boguslawski E. u. Schneider B., 1962/63)

Biologisch-dynamische und konvent. Düngung zu Zuckerrüben

Rauisch - Holzhausen 1970; Versuch „Gimberg“

Abb.: 5

Erträge in dz/ha ATM



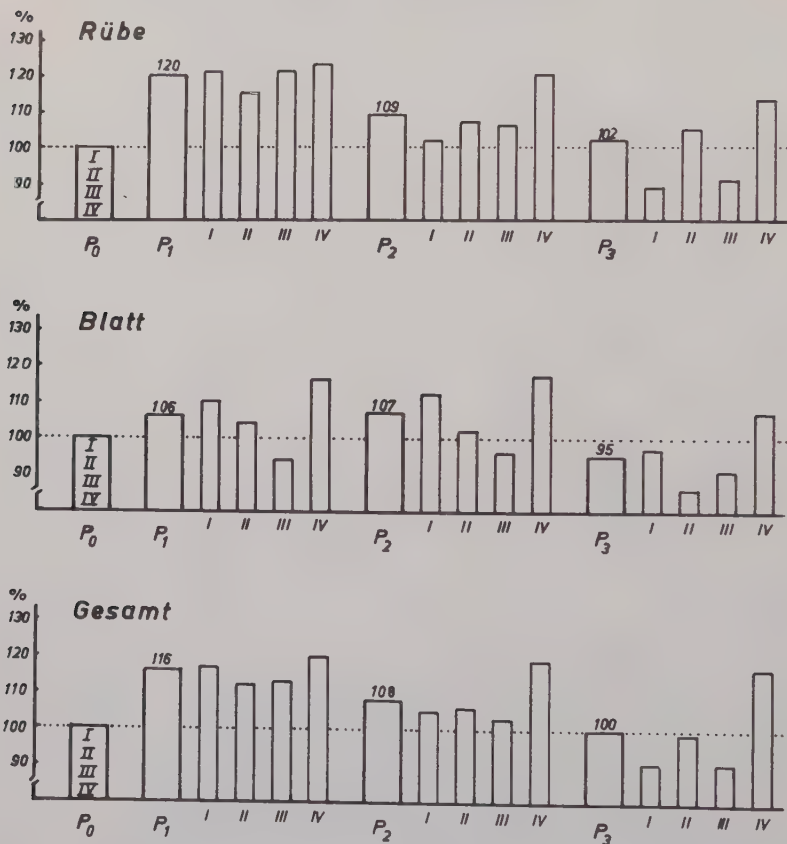
erwartungsgemäß zurück. In den Varianten I und II kommt - verglichen mit VI N_0 - etwa die gleiche Stickstoffwirkung zum Tragen. Die Differenzierung zwischen 300 dz in Variante I, 400 dz in Variante VI und 600 dz in Variante II entfällt jedoch weitgehend, was durch die ungünstigen physikalischen Bodenbedingungen erklärt werden könnte. Der schlechte Ausnutzungsgrad von 600 dz/ha Stallmist verhindert letztlich, daß beide Bewirtschaftssysteme einen Leistungsvergleich zulassen. Dies gilt auch für Variante III mit 600 dz/ha Stallmist einschließlich 60 Kg/ha N über Hühnerdung. Mit 99 dz/ha Trockenmasse wird diese Variante lediglich mit den konventionellen Versuchsgliedern V und VI bei 100 N in N_1 vergleichbar, ein Ertragsniveau, welches noch gesichert unter dem Höchstertragsniveau liegt.

Bei den Präparateanwendungen treten spezifische Wirkungen zu Tage, die weitgehend unabhängig von der organischen Behandlung sind. In allen Fällen gesichert positiv ist die Kieselanwendung früh/abends in P_1 . Mit einem durchschnittlichen Mehrertrag von 18,7 dz/ha entspricht das nach Abbildung 6 einer relativen Größenordnung von 20 %. Die kombinierte Kiesel/Kuhdung-Präparateanwendung in P_2 und P_3 geht in ihrer Leistung etwa um die Hälfte zurück, in den Varianten I und III werden sogar die Ausgangsgehalte von P_0 unterschritten. In der mineralischen Variante IV zeichnen sich P_1 bis P_3 generell positiv aus, ohne eine wesentliche Differenzierung zueinander erkennen zu lassen.

**Biologisch-dynamische Bewirtschaftung und
konventioneller Anbau zu Zuckerrüben**

Rauisch - Holzhausen 1970; Versuch „Gimberg“

Abb.:6 Relative Leistung der Präparate $P_0 = 100$



P = Präparat

Dieses Phänomen ist auch bei den Blatterträgen zu beobachten, wenngleich hier P_3 in seiner positiven Leistung abgeschwächt ist.

Die Blatterträge liegen mit rund 50 dz/ha weit unter dem hiesigen Standortdurchschnitt von 75 dz/ha Trockenmasse. Demnach werden auch hier wieder in der konventionellen Bewirtschaftung in Variante VI Höchstertrag und Höchstertragsgebiet von 59,4 dz/ha in N_2 erzielt. Die Leistung von Variante IV darf jedoch nur vorsichtig beurteilt werden, da sie aus anlagetechnischen Gründen nur bedingt herangezogen werden kann.

Schließt man sie aus vorgenannten Gründen aus, sind die konventionellen Varianten V und VI als N_1 dennoch der biologisch-dynamischen Bewirtschaftung überlegen. Die Ursache muß, wie schon beim Rübenkörper, in der äußerst geringen Stallmistwirkung gesucht werden. Die Inaktivität des Standortes bedingt auch die geringe N-Wirkung des Hühnermistes in Variante III, so daß selbst hier ein Leistungsvergleich mit den Bezugsgrößen V und VI nicht möglich ist.

Auch entfällt diesmal ein Vergleich der Präparate; lediglich bei Variante IV kann die beim Rübenkörper aufgestellte Rangordnung $P_1/P_2/P_3 > P_0$ aufrechterhalten werden, da eine differenzierte Wirkung ausbleibt.

Die Gesamterträge werden in ihrem Verhalten zwangsläufig von den hohen Rübennerträgen bestimmt. Die

Leistung der biologisch-dynamisch bewirtschafteten Flächen ist unter Berücksichtigung gleicher Stickstoffversorgung zu VI N_0 mit rund 107 % in Variante I und 131 % in Variante II recht positiv zu bewerten. Diese Leistung wird sofort dann überdeckt, wenn mineralisch zuge düngt wird und ein entsprechender Ertragszuwachs die Folge ist. Die Wirkung der Präparate zeigt jedoch, daß ihr richtiger Einsatz zu einer wesentlichen Leistungssteigerung führen kann, die bis zu 20 % und mehr betragen kann.

4.1.1.2. Nährstoffentzug und Qualität

Die Nährstoffgehalte und Entzüge geben gute Hinweise dafür, inwieweit der einzelne Nährstoff für Wachstum und Ertragsbildung der Pflanze zur Verfügung stand. Die Stickstoffgehalte (Anhang 3) lassen zwischen den Varianten I, II und III in Rübe und Blatt keine eindeutigen Unterschiede erkennen, so daß für beide Erntefractionen die Stickstoffaufnahme der Ertragsbildung entspricht (siehe Tabelle 7). Lediglich die N_2 - und N_3 -Stufen von IV, V und VI weisen einen etwas erhöhten Gehalt auf. Bleiben die K-, P-, Ca- und Mg-Gehalte, ähnlich dem Stickstoff, durch die Behandlung in I - IV weitgehend unbeeinflußt, korrelieren sie in V und VI negativ mit der Ertragsbildung, d.h. bei Ertragszuwachs durch Stickstoffdüngung kann von einem Verdünnungseffekt gesprochen werden.

Tabelle 7

Biologisch - dynamische Bewirtschaftung und konventioneller Anbau zu Zuckerrüben

Rauisch - Holzhausen 1970; Versuch "Gimberg"

Nährstoffentzüge in kg/ha

		I				II				III			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
<u>Rübe</u>	N	40,0	50,1	44,0	37,6	48,7	54,1	46,7	43,3	53,5	64,8	n.b.	47,8
	K	64,3	90,7	70,4	66,8	71,4	84,5	77,7	68,0	86,7	108,0	"	86,6
	P	13,0	16,4	14,2	11,6	15,1	18,4	16,8	14,7	17,0	21,1	"	17,2
		IV				V				VI			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
	N	78,1	86,4	81,8	94,5	28,2	70,0	n.b.	70,1	39,1	73,0	91,4	n.b.
	K	100,1	108,0	112,2	118,8	49,3	103,1	"	113,2	70,1	106,9	125,7	"
	P	20,0	19,4	22,8	25,7	9,4	22,3	"	20,2	14,3	21,5	24,1	"
		I				II				III			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
<u>Blatt</u>	N	61,3	65,5	63,9	65,4	72,6	75,9	68,6	59,8	87,7	81,8	77,8	72,0
	K	144,0	188,7	193,1	174,8	202,0	206,2	196,2	164,8	225,0	222,7	208,3	167,0
	P	9,1	11,7	11,2	10,2	12,6	14,4	12,9	10,3	12,6	12,8	13,6	11,9
		IV				V				VI			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
	N	105,0	125,4	106,8	128,5	46,5	79,1	101,3	94,7	53,0	98,9	118,8	121,3
	K	265,2	364,8	303,5	357,3	130,4	243,6	277,4	272,8	168,1	283,9	317,8	296,7
	P	13,7	13,7	14,7	15,4	8,2	14,5	13,6	13,6	9,8	18,2	16,4	15,4
		I				II				III			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
GesamtN	N	101,3	115,6	107,9	103,0	121,3	130,0	113,3	103,1	141,2	146,6	n.b.	119,8
	K	208,3	278,4	263,5	241,6	273,4	290,7	273,9	232,8	312,2	330,7	"	253,6
	P	22,1	28,1	25,4	21,8	27,7	32,8	29,7	25,0	29,6	33,9	"	29,1
		IV				V				VI			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
	N	183,1	212,8	188,6	223,0	74,7	149,1	n.b.	164,8	92,1	171,9	210,2	n.b.
	K	365,3	472,8	415,7	476,1	179,7	346,7	"	386,0	238,2	390,8	443,5	"
	P	23,7	37,1	37,5	41,1	17,6	36,8	"	33,8	24,1	39,7	40,5	"

Die Präparateanwendung läßt keinen generellen Einfluß auf die Nährstoffgehalte erkennen. Nur bei Blatt wird der N-Gehalt durch P_2 in allen Varianten deutlich gesenkt, der P- und K-Gehalt durch P_1 angehoben. Die ertragssteigernde Wirkung der Präparateanwendungen beruht letztlich auf einem besseren Ausnutzungsgrad der Nährstoffe, da die Nährstoffentzüge im wesentlichen den Erträgen folgen, wobei für N und K die Blatterträge entsprechend ihrem höheren Entzugspotential für diese beiden Nährstoffe entscheidend sind.

Wenn man einen Ertragsvergleich zwischen den organisch und konventionell behandelten Flächen anstellen will, muß man neben dem Aufwand (siehe Anhang 1) auch den Ausnutzungsgrad der Nährstoffe berücksichtigen. Um eine Aussage über die Ausnutzung des Stallmiststickstoffs treffen zu können, wird nach Tabelle 7 die Differenz zwischen der Stickstoffaufnahme der Kontrolle (Variante V N_0) und den Stallmistvarianten in Bezug zu der mit dem Stallmist eingebrachten Stickstoffmenge gesetzt. So beträgt die N-Ausnutzung bei Variante VI $N_0 = 6,5 \%$, bei I $P_0 = 19,1 \%$ und bei II $P_0 = 15,7 \%$. Das Kieselpräparat, das bei P_1 zu einem Ertragsanstieg führte, verbesserte auch indirekt die Ausnutzung des Stallmiststickstoffs: bei I $P_1 = 27,4 \%$, bei II $P_1 = 18,6 \%$. Die Ausnutzung des Hühnermiststickstoffs in Variante III P_0 verglichen zu II P_0 liegt bei $33,2 \%$. Die erhöhte N-Aufnahme um $19,9 \text{ kg/ha N}$ wurde jedoch nicht

Über einen entsprechenden Mehrertrag verwertet, da lediglich der N-Gehalt des Blattanteils leicht anstieg.

Als Qualitätsmerkmale wurden bei der Zuckerrübe in erster Linie der Polarisationsgrad (Pol °S) sowie die Melassebildner "schädlich N" und "Löslich Asche" untersucht. Da sie die Zuckerausbeute vermindern, wurden sie vom Pol °S anteilig in Abzug gebracht. Das Ergebnis wird nach LÜDECKE (1950) als bereinigte Polarisation bezeichnet. Mit den Zuckerrübenfrischerträgen multipliziert, ergeben sich daraus die bereinigten Zuckererträge in dz/ha. Diese sind zusammen mit den bereits genannten Größen in Tabelle 8 aufgeführt.

Im Schnitt der Varianten I - III ist kein deutlicher Unterschied in der Zuckerbildung und bei den Melassebildnern zu finden. Da in den Varianten IV, V und VI der Polarisationsgrad auch in den hohen N-Stufen geringfügig höher liegt, läßt sich vermuten, daß durch die bessere Versorgung mit K und P, die hier durch die Grunddüngung erfolgte, die Zuckerbildung günstig beeinflußt wurde. Durch die N-Steigerung wurde von den Melassebildnern lediglich lösliche Asche leicht erhöht, so daß bei der bereinigten Polarisation von N_0 nach N_3 ein entsprechender Abfall auftritt.

Es ist bemerkenswert, daß das Kieselpräparat in P_1 nicht nur den Rübenenertrag der Varianten I - IV erhöhte, sondern auch die Zuckerbildung anregte, so

Tabelle 8

Biologisch - dynamische Bewirtschaftung und
konventioneller Anbau zu Zuckerrüben
Rauisch - Holzhausen 1970; Versuch "Gimberg"
Qualitätsmerkmale

Var.	Pol ^{OS} %	schädli.N mgN/100g	%lösl. Asche	berein.Pol. ⁺ %	bereinigter Zucker- ertrag dz/ha	
I	P ₀	18,6	21	0,56	15,7	47,6
	P ₁	19,1	18	0,52	16,0	59,5
	P ₂	18,8	18	0,50	15,8	50,6
	P ₃	18,6	18	0,56	15,3	41,8
II	P ₀	18,8	17	0,53	15,7	52,8
	P ₁	19,1	18	0,53	15,9	61,5
	P ₂	18,7	17	0,54	15,5	54,6
	P ₃	18,8	17	0,53	15,7	50,1
III	P ₀	18,7	16	0,53	15,6	62,9
	P ₁	19,3	18	0,56	16,0	74,7
	P ₂	19,0	18	0,56	15,7	66,4
	P ₃	19,0	18	0,56	15,7	59,0
IV	P ₀	19,0	22	0,55	15,6	68,3
	P ₁	19,6	22	0,54	16,3	87,7
	P ₂	19,1	22	0,56	15,6	84,7
	P ₃	18,8	17	0,58	15,4	84,4
V	N ₀	19,4	17	0,50	16,4	31,0
	N ₁	19,4	19	0,54	16,1	76,2
	N ₂	19,2	19	0,53	16,0	86,1
	N ₃	19,2	16	0,55	16,0	79,0
VI	N ₀	19,8	18	0,55	16,5	51,0
	N ₁	19,2	21	0,57	15,7	77,9
	N ₂	18,8	22	0,55	15,4	89,2
	N ₃	18,9	20	0,57	15,4	84,9

⁺ nach Lüddecke, H. (1950)

daß die bereinigten Zuckererträge verglichen zu P_0 (unbehandelt) bei I um 25,0 %, bei II um 16,5 %, bei III um 18,8 % und bei Variante IV um 28,3 % gesteigert wurden.

4.1.2. Versuch "Steinersloh" 1971 zu Zuckerrüben

4.1.2.1. Erträge

Für den hiesigen Standort ist die Ertragslage nach Tabelle 9 von 85 dz/ha ATM in der konventionellen Variante V N_2 (80 - 40) als gering zu bezeichnen, was auf die späte Aussaat und den ungünstigen Witterungsverlauf zurückgeführt werden muß. Dies findet seinen Ausdruck in dem Ertragsverhalten der N-Steigerung der Varianten V und VI. Konnte bei IV (ohne Stallmist) noch mit N_3 (120 - 40) ein gesicherter, wenn auch geringer Ertragszuwachs nachgewiesen werden, so war bei VI (400 dz/ha Stallmist) bereits mit N_1 (80) das Maximum mit 102 dz erreicht. Wenn die Stallmistwirkung der Variante VI nicht in N_0 (24 %), sondern in N_1 mit 30 % am höchsten war, kann dies einer Komplexwirkung zugeschrieben werden (KURTEN und SAALBACH 1961). Mit der hohen Stallmistgabe in Variante II kommt das Ertragsniveau der biologisch-dynamischen Bewirtschaftung auf rund 85 % des Optimalertrags der konventionellen Bewirtschaftung (siehe Abbildung 7), während es bei der niedrigen Stallmistgabe nur ca. 65 % sind. Eine organische

Tabelle 9

Biologisch - dynamische Bewirtschaftung und konventioneller Anbau zu Zuckerrüben

Rauisch - Holzhausen 1971; Versuch "Steinerslob"

Erträge in ds/ha ATM $\pm$ s $\bar{x}$ * Höchstertrag; ☐ Höchstertragsgebiet

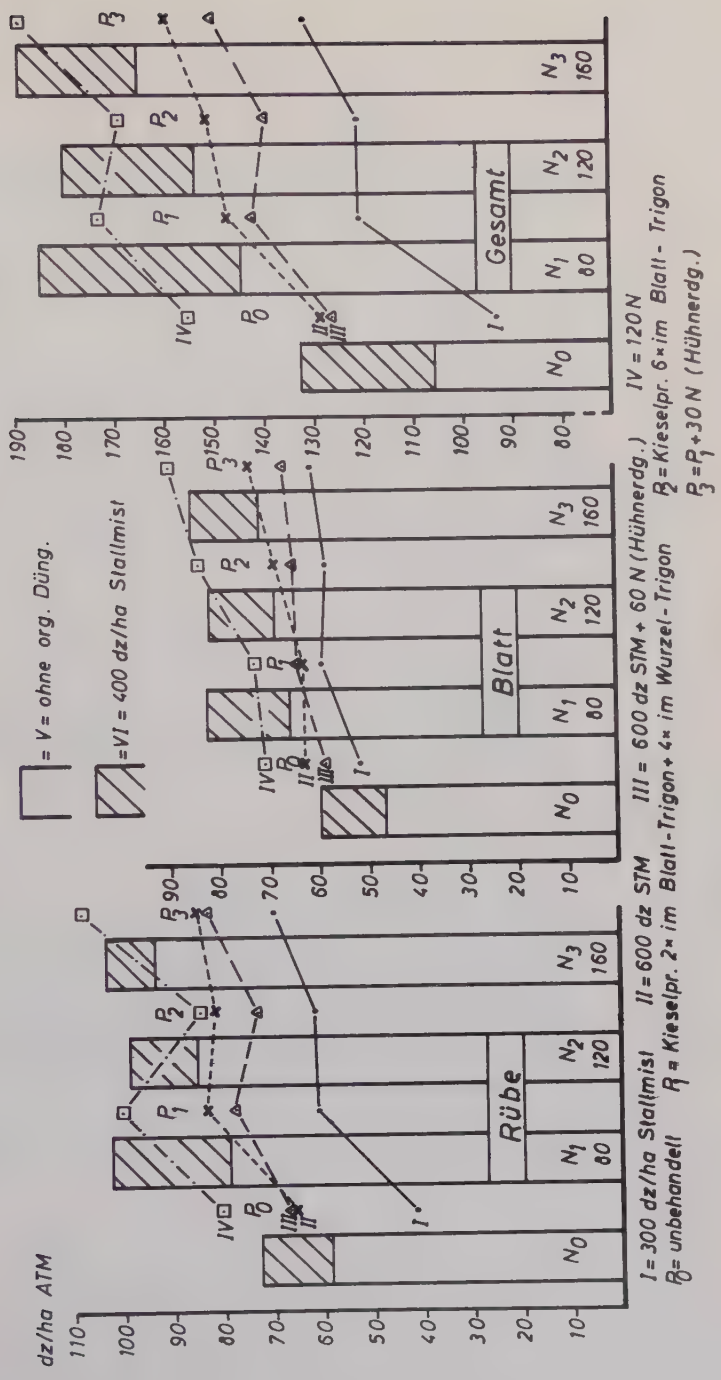
	biologisch - dynamisch				konventionell				
Variante	I	II	III	IV		V		VI	
Stallmist ds./ha Fr.M.	300	600	600 +60N(Hühnerdg.)	N ₂ 120(80+40)		—		400	
<u>Rübe</u>									
P ₀ ohne Behandlg.	41,2 1,66	65,9 2,30	66,7 1,57	80,4 1,70	N ₀	58,6 2,58	57,7	72,4 1,44	72,1
P ₁ Kiesel früh/abends	61,1 2,74	83,6 1,16	77,9 1,51	100,4 3,68	N ₁ 80	78,7 1,16	72,8	102,0 2,08	97,3
P ₂ Kiesel früh	61,2 2,49	81,9 2,61	73,9 1,29	84,4 4,38	N ₂ 120 (80+40)	85,2 1,77	86,0	98,0 2,83	101,1
P ₃ Kiesel wie P ₁ + 30N(Hühnerdg.)	69,9 2,40	85,2 2,43	83,6 1,45	108,5* 2,30	N ₃ 160 (120+40)	93,2 2,26	90,7	102,8 3,05	102,2
<u>Blatt</u>									
P ₀	52,1 0,75	63,0 0,98	59,6 2,18	71,1 0,76	N ₀	46,6 1,72	46,6	59,6 1,35	59,4
P ₁	59,6 0,95	63,6 1,91	64,3 1,32	72,4 1,19	N ₁	65,7 2,68	64,7	81,9 1,43	79,5
P ₂	58,9 2,17	69,1 1,60	65,7 1,06	84,0 2,36	N ₂	68,4 2,57	69,0	81,2 1,27	83,2
P ₃	61,6 1,03	73,8 1,86	67,0 1,43	79,7 2,29	N ₃	71,1 1,04	71,0	85,3* 1,57	84,7
<u>Gesamt</u>									
P ₀	93,3 1,82	128,9 2,50	126,3 2,68	155,1 1,86	N ₀	105,3 3,10	105,4	132,0 2,00	131,5
P ₁	120,7 2,90	147,2 2,24	142,2 2,04	172,8 1,66	N ₁	144,4 2,92	143,4	183,9 2,52	177,6
P ₂	120,8 3,20	151,0 3,06	139,6 1,67	168,4 4,08	N ₂	153,6 3,12	155,4	179,2 3,10	184,7
P ₃	131,5 2,61	159,0 3,06	150,6 2,04	188,4* 3,24	N ₃	164,3 2,49	163,4	188,1 3,43	186,2

* berechnet nach 3. Annäherung an das Ertragsgesetz (v. Boguslawski E. u. Schneider B., 1962/63)

Abb.:7 Biologisch-dynamische und konvent. Düngung zu Zuckerrüben

Rauisch-Holzhausen 1971; Versuch „Steinerstoh“

Erträge in dz/ha ATM



N-Gabe von 60 kg N über Hühnerdung in Variante III erbrachte keine weitere Ertragssteigerung, was letztlich verhinderte, daß beide Bewirtschaftungssysteme miteinander vergleichbar wurden.

Die starke Ausdifferenzierung von P_1 im Vorjahr ist in diesem Jahr insofern nicht mehr gegeben, als die P_2 -Stufe im Ertrag ähnlich reagiert; wie bereits verwiesen, wurde bei P_2 mit gleicher Aufwandmenge und gleicher Anzahl nur im Blatt-Trigon früh gespritzt, dabei ergab sich für P_1 nach Abbildung 8 eine durchschnittliche relative Leistung gegenüber P_0 von 129 %, für P_2 von 123 %. Innerhalb der biologisch-dynamischen Behandlung wird mit P_3 jeweils der Höchstertrag erzielt, da zur Präparateanwendung zusätzlich 30 N über Hühnerdung zugeführt wurden. Er wird damit in den Varianten II und III mit der N_2 -Stufe der konventionellen Bewirtschaftung in Variante V vergleichbar. Variante IV erreicht mit der Kieselanwendung in P_1 den Optimalertrag der konventionellen Variante VI und stellt mit der P_3 -Stufe den Höchstertrag des gesamten Versuchs mit 108,5 dz/ha.

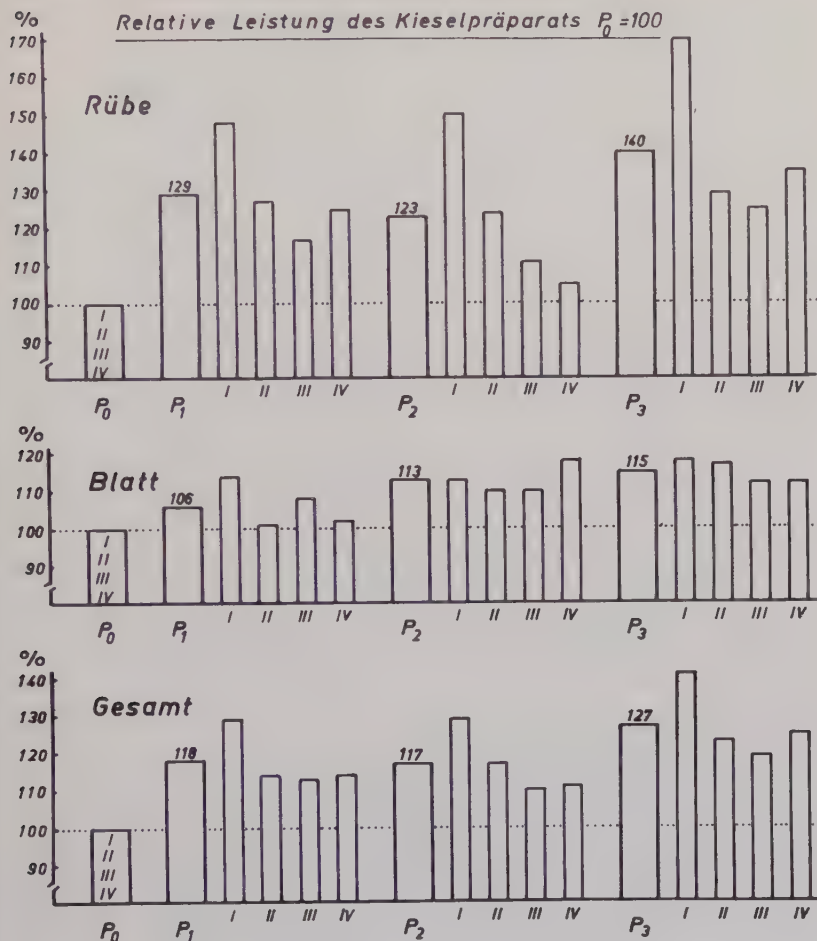
Für Blatt treffen die Verhältnisse gleichermaßen zu. Die Ertragsbildung wird einmal durch die N-Steigerungen, zum anderen durch die Stallmistzufuhr unterstützt. Auch hier kann die Wirkung der Kieselbehandlung in P_1 und P_2 als gleich bewertet werden, wenn auch hier im Gegensatz zu den Rüben P_2 mit einer relativen Leistung von 113 %

Biologisch-dynamische Bewirtschaftung und
konventioneller Anbau zu Zuckerrüben

Abb. 8

Rauisch - Holzhausen 1971; Versuch „Steinersloh“

Relative Leistung des Kieselpräparats $P_0 = 100$



P = Präparat

derjenigen von P₁ mit 106 % überlegen ist. Mit Unterstützung der 30 N in P₃ wird auch hier der Ertrag an die mittlere Versorgungstufe N₂ der Variante V und VI herangeführt. Diese Beziehungen sind in beiden Erntefractionen so eindeutig, daß sie in den Gesamterträgen gleichermaßen zum Ausdruck kommen müssen.

Wenn nach Abbildung 8 die Präparateanwendungen in P₁ und P₂ hinsichtlich der Gesamterträge generell gleich bewertet werden können, so besitzen sie innerhalb der organischen Behandlungen einen unterschiedlich hohen Wirkungsgrad. Er äußert sich darin, daß er in der niedrigen Stallmistgabe (Variante I) stets am höchsten ausgeprägt ist, um mit steigender organischer Aufwandmenge abzusinken. Diese Verhaltensweise kommt beim Rübenkörper stärker zum Ausdruck als bei Blatt. In der mineralischen Variante IV sind die Schwankungen am stärksten ausgeprägt, zeigen aber im Mittel eine Anlehnung an Variante II mit der hohen Stallmistdüngung.

So wie im Vorjahr beruht die ertragssteigernde Wirkung des Kieselpräparates auf einer besseren Ausnutzung der Nährstoffe. Der Ausnutzungsgrad des Stallmiststickstoffs steigt mit der Kieselanwendung bei Variante I von rund 22 % auf 29 % und bei Variante II von 16,5 % auf 22 %. Auch hier kann eine recht gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen des Vorjahres erzielt werden.

4.1.2.2. Nährstoffentzug und Qualität

Vorweg seien die in Anhang 4 mitgeteilten Nährstoffgehalte einer kurzen Betrachtung unterzogen, da sie gerade bei Zuckerrüben wesentlichen Einfluß auf die Qualitätsmerkmale nehmen. Abgesehen davon, daß die organische Düngung zu einer generellen Erhöhung der quantitativ wichtigsten Nährstoffe führt, ist bezüglich des Einflusses durch die Präparatebehandlung eine sehr gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen des Vorjahres (Versuch "Gimberg") festzustellen. So unterscheiden sich Rübe und Blatt zunächst darin, daß die Nährstoffe im Rübenkörper ohne einen Trend auf die Kieselspritzungen reagieren. Zwar wird der Stickstoff in zwei von vier behandelten Varianten gesenkt, Phosphor dagegen erhöht, die Intensität der organischen Varianten übt hierbei jedoch keinen Einfluß aus. Recht eindeutig reagiert der Blattapparat. Unabhängig vom Termin der Präparateanwendung werden nach dieser die Gehalte an K, Mg und P ohne Ausnahme erhöht, während die übrigen erfaßten Kationen keine derartige Abhängigkeit erkennen lassen.

Diese Verhaltensweise der Nährstoffe kommt zwangsläufig in den Nährstoffentzügen zum Ausdruck (Tabelle 10). Folgen sie beim Rübenkörper den Erträgen, werden sie beim Blatt nach der Präparateanwendung entsprechend erhöht. Das trifft insbesondere für das Kalium zu, bei welchem das Präparat an dem Gesamtmehrentzug gegenüber P₀ von

Tabelle 10

Biologisch - dynamische Bewirtschaftung und konventioneller Anbau zu Zuckerrüben

Rauisch - Holzhausen 1971; Versuch "Steinersloh"

Nährstoffentzüge in kg/ha

		I				II				III			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
<u>Rübe</u>	N	33,4	42,2	57,6	55,2	50,1	61,9	60,6	71,6	52,7	57,6	54,7	57,7
	K	42,4	60,5	67,5	68,5	61,9	76,1	68,0	88,6	64,7	77,9	71,7	76,9
	P	6,0	10,0	11,5	11,2	9,6	13,0	12,8	14,1	11,5	12,8	11,5	11,6
		IV				V				VI			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
	N	58,7	71,3	64,1	93,3	35,2	52,7	59,6	69,0	44,9	74,5	85,3	90,5
	K	80,4	102,4	88,6	122,6	50,4	67,7	82,6	97,7	59,4	95,9	98,0	112,1
	P	11,7	14,1	13,8	18,9	9,5	12,2	13,1	14,0	11,3	14,9	13,2	17,9
		I				II				III			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
<u>Blatt</u>	N	129,7	124,6	124,9	131,0	130,4	136,7	181,0	170,5	137,1	137,0	136,0	150,8
	K	200,6	253,3	235,6	260,6	236,3	238,5	245,3	310,0	240,2	286,1	285,8	264,7
	P	10,5	13,0	13,2	12,8	13,6	15,1	16,7	17,3	13,7	17,0	16,3	16,1
		IV				V				VI			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
	N	155,7	162,2	169,7	178,2	91,0	134,0	146,4	157,1	124,0	183,5	185,1	200,5
	K	334,2	342,5	466,2	399,5	237,2	354,8	369,4	394,6	280,1	327,6	369,5	358,3
	P	14,2	15,6	19,2	16,4	11,4	14,4	14,8	14,9	14,2	18,8	18,5	19,8
		I				II				III			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
<u>Gesamt</u>	N	163,1	166,8	182,5	186,4	180,5	198,6	241,6	242,1	189,8	184,6	190,7	208,5
	K	242,0	313,8	303,1	329,1	298,2	314,6	313,3	398,6	304,9	364,0	357,5	341,6
	P	16,5	23,0	24,7	24,0	23,2	28,1	29,5	31,4	25,2	29,8	27,8	27,7
		IV				V				VI			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
	N	214,4	233,5	233,8	271,5	126,2	186,7	206,0	226,1	168,9	258,0	270,4	291,0
	K	414,6	444,9	454,8	522,1	287,6	422,5	452,0	492,3	339,5	423,5	467,5	470,4
	P	25,9	29,7	33,0	35,3	20,9	27,6	27,9	28,9	25,5	33,7	31,7	35,9

40 - 80 kg/ha mit ca. 2/3 beteiligt ist. Bei dem Stickstoffmehrentzug von durchschnittlich 20 - 50 kg/ha beträgt die Beteiligung nur etwa 1/3. Das erklärt sich daraus, daß bei der Rübe der Ertragszuwachs von P_0 zu $P_{1,2}$ wesentlich stärker ausgeprägt ist und bei durchschnittlichen Gehaltszahlen demnach dominieren muß. Für P und Mg beträgt die Mehraufnahme nach der Kieselsäurespritzung ca. 5 - 10 kg/ha, woran Rübe und Blatt gleichermaßen beteiligt sind.

Das eingangs erwähnte niedrige Ertragsniveau findet seinen Ausdruck in der gegenüber dem Vorjahr deutlich schlechteren Nährstoffverwertung nach Tabelle 29 und 30 für N, K und Mg. Auch das Ausbleiben der Wirkung von N_2 und N_3 in Variante VI findet in der mit der N-Steigerung fallenden N-Verwertung seinen Niederschlag. P_1 verbesserte in allen Fällen die N-Verwertung. P_1 und noch stärker P_2 verringerten allerdings die P-Verwertung, bedingt durch die hohen Blattgehalte.

Die gleiche Übereinstimmung, die bezüglich der Ertragsbildung mit dem Vorjahresergebnis vorliegt, kann auch im Zuckergehalt als dem wesentlichsten Qualitätsmerkmal aufgefunden werden (siehe Tabelle 11). Es entspricht zunächst der allgemeinen Erfahrung, daß hohe organische Düngergaben den Polarisationsgrad (Pol^{OS}) senken, wenn auch nicht in dem Maße, wie das bei der mineralischen Stickstoffdüngung der Fall ist. Eine Beeinflussung liegt gleichermaßen auch bei den Melassebildnern

Tabelle 11

Biologisch - dynamische Bewirtschaftung und
konventioneller Anbau zu Zuckerrüben

Rauisch - Holzhausen 1971; Versuch "Steinersloh"

Qualitätsmerkmale

Var.	Pol	^{OS} %	schädl.N mgN/100g	%lösl. Asche	berein.Pol. ⁺ %	bereinigter Zucker- ertrag dz/ha
I	P ₀	18,4	38,5	0,62	14,0	24,0
	P ₁	19,2	34,5	0,57	15,1	38,5
	P ₂	18,9	36,0	0,54	14,9	39,5
	P ₃	19,4	35,0	0,55	15,4	44,3
II	P ₀	18,6	40,0	0,59	14,2	38,1
	P ₁	19,1	37,5	0,58	14,8	51,2
	P ₂	19,3	39,0	0,57	15,0	49,9
	P ₃	18,8	42,0	0,58	14,7	51,3
III	P ₀	19,3	35,5	0,54	15,3	41,9
	P ₁	19,7	33,5	0,55	15,7	49,3
	P ₂	19,7	34,0	0,54	15,8	47,5
	P ₃	19,4	37,5	0,56	15,2	51,5
IV	P ₀	19,6	37,0	0,58	15,3	51,8
	P ₁	19,9	36,5	0,56	15,8	63,8
	P ₂	20,1	36,5	0,55	16,1	54,2
	P ₃	19,9	36,0	0,59	15,7	69,7
V	N ₀	20,2	29,0	0,51	16,6	38,4
	N ₁	20,0	32,0	0,53	16,1	52,8
	N ₂	19,7	35,1	0,53	15,7	53,9
	N ₃	19,7	38,0	0,57	15,5	59,3
VI	N ₀	19,9	32,5	0,58	15,8	46,1
	N ₁	19,4	41,0	0,62	14,9	62,2
	N ₂	19,6	41,0	0,67	14,8	58,9
	N ₃	18,2	47,5	0,71	13,3	58,3

* nach Lüddecke, H.

schädlich N und löslich Asche vor. Schädlich N wird dabei von organischer Düngung wesentlich stärker erhöht als löslich Asche. Wenn die Zuckerausbeute von den konventionell bewirtschafteten Flächen dennoch höher ist als nach biologisch-dynamischer Düngung - die Differenz beträgt im groben Durchschnitt der N-Stufen 3,1 - 8,3 dz/ha Zucker - , dann liegt das einmal an der höheren Ertragsbildung, zum anderen an der mineralischen K- und P-Versorgung der Varianten V und VI.

Entscheidend für die biologisch-dynamische Bewirtschaftung ist vielmehr die Tatsache, daß der Polarisationsgrad durch die Anwendung des Kieselpräparates um 0,5 Einheiten, die bereinigte Polarisation sogar um 0,6 - 0,8 Einheiten erhöht wird. Dadurch wird zwangsläufig die verwertbare Zuckerausbeute erhöht und führt zu der bereits genannten geringen Differenz von 5,7 dz/ha, die sich bei konsequenter Anwendung des Systems sicherlich verringern würde.

4.1.3. Versuch "Gimberg" 1971 zu Sommerweizen

4.1.3.1. Ertragskomponenten und Erträge

Der Kornertrag kann durch die Kenntnis seiner Komponenten genauer definiert werden. Dazu wird unter Feldversuchsbedingungen die Keimdichte (KD), die

Bestandesdichte (BD) als Zahl Ährentragender Halme/m² sowie das Tausendkorngewicht (TKG) direkt erfaßt, während Bestockungsfaktor (BF), Kornzahl je Ähre und Einzelährengewicht (EG) sich aus den erstgenannten Größen errechnen lassen.

Wie aus Tabelle 12 ersichtlich, läßt sich erwartungsgemäß für die Keimdichte kein nennenswerter Einfluß durch die Varianten I - VI feststellen. Mit Ausnahme der Variante V N₀ und VI N₃ streut sie relativ eng um den Versuchsdurchschnitt von 325 Pflanzen/m². Der niedrige Feldaufgang von ca. 72 % ist zum Teil darauf zurückzuführen, daß das Saatgut ungebeizt und der April sehr trocken war. Beides können Ursache für Keimausfälle gewesen sein. Durch zu tiefe Saatablage blieb mit einem Faktor von ca. 1,1 auch eine ausreichende Bestockung aus. So fehlte mit einer durchschnittlichen Bestandesdichte von nur rund 360 Ährentragenden Halmen/m² die Voraussetzung für ein hohes Ertragsniveau. Das gilt umso mehr, als das Tausendkorngewicht und die Kornzahl pro Ähre nicht wesentlich erhöht wurden. Zwar wird mit der Steigerung der organischen Düngung (I - III, VI) auch das TKG erhöht, die Differenz um 1 g bleibt jedoch in ihrem Einfluß auf den Ertrag denkbar gering. Wenn in der konventionellen Variante V ein mit den biologisch-dynamischen Flächen vergleichbares TKG erzielt wird, so muß hierbei berücksichtigt werden, daß im niedrigen Stickstoffdüngungsbereich dieses Mittel

Tabelle 12

Biologisch - dynamische Bewirtschaftung und konventioneller Anbau zu So-Weizen
 Zu einigen Frtragskomponenten von Sommerweizen
 Rausch - Holzhausen 1971; Versuch "Gimberg"

A. Keimdichte (KD), Bestandesdichte (BD), produktiver Bestockungsfaktor (BF)

	I			II			III			IV			V			VI			
	KD	BD	BF	KD	BD	BF	KD	BD	BF	KD	BD	BF	KD	BD	BF	KD	BD	BF	
P ₀	335	340	1,01	335	360	1,07	320	385	1,20	325	435	1,34	N ₀	295	265	0,89	320	290	0,90
P ₁	335	355	1,05	335	385*	1,14	325	390	1,20	320	445	1,39	N ₁	315	370	1,17	365	370	1,01
P ₂	335	375	1,11	330	380	1,15	315	375	1,19	305	405	1,32	N ₂	325	360	1,10	325	370	1,13
P ₃	305	355	1,16	310	370	1,19	315	380	1,20	345	445	1,28	N ₃	350	390	1,11	335	395	1,17
M	328	356	1,08	328	374	1,14	319	383	1,20	319	433	1,33		321	346	1,07	336	356	1,05

B. Tausendkorngewicht in g ATM (TKG), Einzelaährengewicht in g ATM (EG)

	I			II			III			IV			V			VI		
	TKG	EG	TKG	TKG	EG	TKG	TKG	EG	TKG	TKG	EG	TKG	TKG	EG	TKG	TKG	EG	TKG
P ₀	39,8	0,97	42,5	42,5	1,03	40,8	40,8	1,09	40,3	40,3	0,98	N ₀	40,8	0,67	41,8	41,8	0,98	
P ₁	40,7	1,00	41,5	41,5	0,98	42,5	42,5	1,12	39,7	39,7	1,02	N ₁	41,3	0,71	42,7	42,7	0,99	
P ₂	41,8	0,95	42,0	42,0	0,97	41,5	41,5	1,08	40,8	40,8	1,04	N ₂	42,2	0,92	43,2	43,2	1,10	
P ₃	41,0	1,10	42,0	42,0	1,14	42,5	42,5	1,14	41,2	41,2	1,06	N ₃	43,0	0,92	42,2	42,2	1,06	
M	40,8	1,01	42,0	42,0	1,03	41,8	41,8	1,12	40,5	40,5	1,03		41,8	0,81	42,5	42,5	1,03	

Tabelle 13

Biologisch - dynamische Bewirtschaftung und konventioneller Anbau zu Sommerweizen

Rauisch - Holshausen 1971; Versuch "Ginsberg"

Erträge in dt/ha $ATM \pm \sigma$

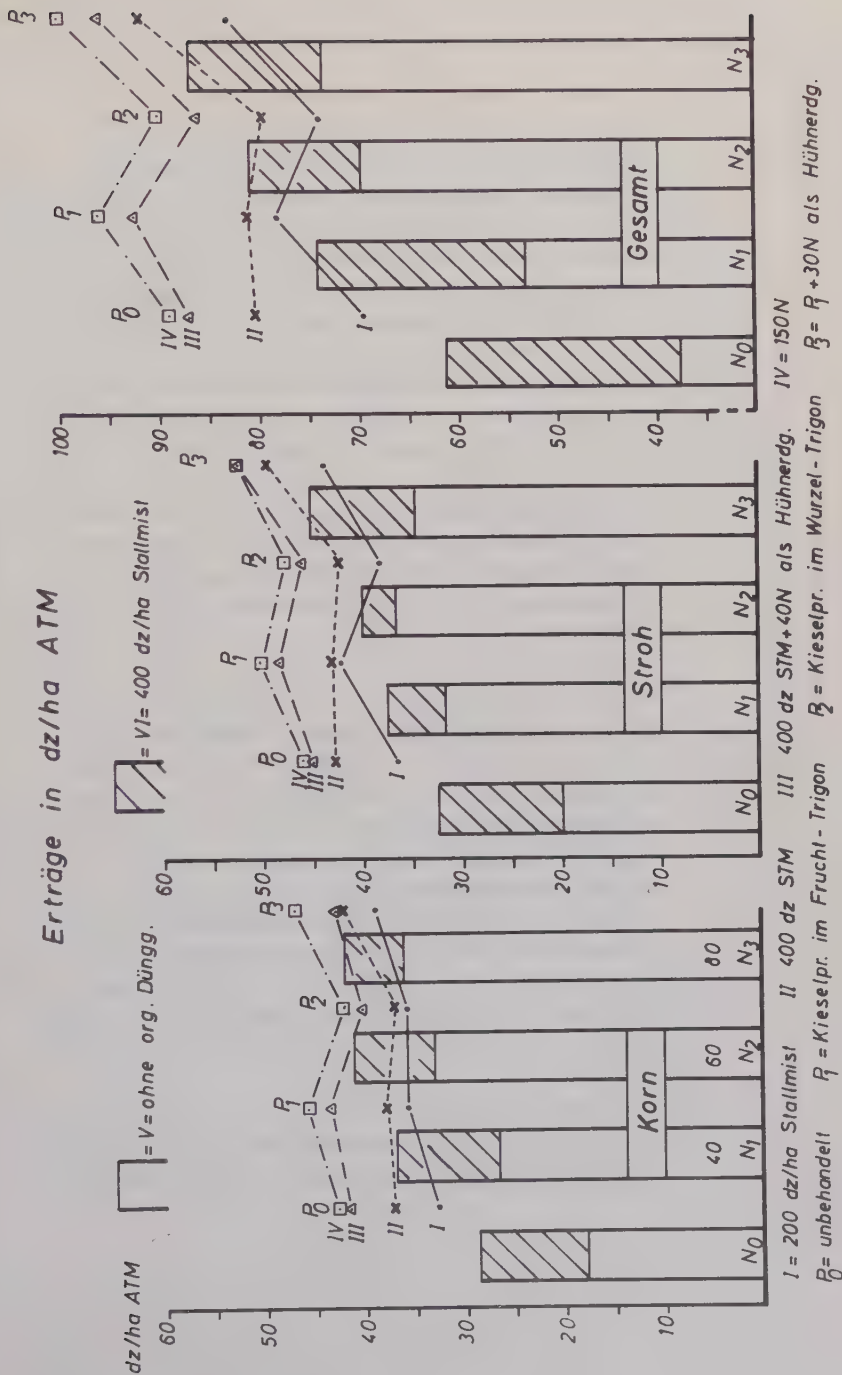
• Höchstertrag; □ Höchstertragsgebiet

	biologisch - dynamisch				konventionell				
Variante	I	II	III	IV	V	VI			
Stallmist dt/ha Fr.M.	200	400	400 +40M(Hühnerdg.)	N ₂ 66(40+20)	--	400 dt/ha Rübenblatt			
Korn									
P ₀ ohne Behandlg.	32,9 0,40	37,2 0,31	42,0 0,60	42,7 0,32	N ₀	17,9 0,54	17,4	28,5 1,03	28,4
P ₁ Kiesel Fruchttrigon	35,8 0,69	38,0 0,37	43,8* 0,23	45,8 0,70	N ₁ 40	26,6 0,67	27,8	36,9 1,12	37,2
P ₂ Kiesel Wurzeltrigon	35,8 0,79	37,2 0,56	40,5 0,56	42,3 0,74	N ₂ 60 (40+20)	33,2 0,79	31,9	40,9 0,79	40,6
P ₃ Kiesel wie P ₁ + 30 (Hühnerdg.)	39,1 0,81	42,3 0,74	43,4 0,87	47,2* 0,34	N ₃ 80 (60+20)	36,1 0,81	35,4	42,0 1,02	42,0
Stroh									
P ₀	36,6 1,54	43,1 0,57	45,1 1,13	46,3 1,33	N ₀	19,9 0,64	19,3	32,9 0,51	31,7
P ₁	42,3 2,05	43,1 1,07	48,8 1,01	50,2 0,40	N ₁	31,7 0,99	31,9	37,4 0,35	39,2
P ₂	38,2 2,28	42,3 0,77	46,3 1,69	47,8 1,00	N ₂	36,6 0,91	34,2	40,2 0,37	40,7
P ₃	43,9 2,17	49,6 1,29	52,8* 1,02	52,7 0,79	N ₃	34,4 1,27	34,6	45,1 1,29	41,8
Gesamt									
P ₀	69,5 1,59	80,3 0,64	87,1 1,28	89,0 1,36	N ₀	37,8 0,83	37,0	61,4 1,44	60,7
P ₁	78,1 2,16	81,1 1,13	92,6 1,03	96,0 0,80	N ₁	58,3 1,19	59,2	74,3 1,17	75,3
P ₂	74,0 2,41	79,5 0,94	86,3 1,41	90,1 1,24	N ₂	69,8 1,20	67,8	81,1 0,87	81,1
P ₃	83,0 1,68	91,9 1,48	96,2* 1,34	99,9 0,86	N ₃	73,5 1,50	73,6	87,1 1,64	86,1

v. berechnet nach J. Annäherung an das Ertragsgesetz (v. Boguslawski & u. Schneider B., 1962/63)

Abb.: 9 Biologisch - dynamische und konvent. Düngung zu Sommerweizen

Rauisch-Holzhausen 1971; Versuch „Gimberg“



um gut 1 g unterschritten, in der höchsten N-Stufe (N_3) um die gleiche Größenordnung überschritten wird. Diese Differenzierung innerhalb der N-Stufen wird nach Rübenblattdüngung weitgehend verwischt, bedingt durch die hohe Mineralisationsrate des Rübenblattes. Das heißt, daß der Einfluß der mineralischen Stickstoffdüngung und der Rübenblattwirkung auf die Ertragskomponenten stärker zum Tragen kommt als die der Stallmistdüngung einschließlich des Terragons als Hühnerdung. Dem gegenüber ist die Wirkung der Präparate relativ gering. So zeigt nur die Bestandesdichte einen schwach positiven Einfluß durch P_1 , während alle übrigen erfaßten Ertragskomponenten keine eindeutige Beziehung zu den Präparaten erkennen lassen.

Alle genannten Differenzierungen sind jedoch nicht ausreichend, die bestehenden Ertragsunterschiede in Tabelle 13 und Abbildung 9 zu erklären, so daß letztlich die Kornzahl je Ähre entscheidendes Kriterium ist. Lediglich in Variante IV dürfte die auf einer besseren Bestockung beruhende höhere Bestandesdichte maßgeblich an der Ertragsbildung beteiligt sein. Die absolute Vergleichbarkeit dieser Variante zu den übrigen Parzellen ist wie bereits im Vorjahr zu Zuckerrüben aus versuchstechnischen Gründen nur bedingt möglich. Das trifft jedoch nicht für die P-Wirkung zu.

Die Leistung des Rübenblatts ist wegen der möglichen Nachwirkung des Stallmists vom Vorjahr zu

Zuckerrüben nicht überzubewerten. Die Kornerträge (siehe Abbildung 9 und Tabelle 13) machen deutlich, daß das mögliche Optimum des Gesamtversuches noch nicht erreicht wurde. So zeigt die reine Mineraldüngervariante V mit der N-Steigerung einen kontinuierlichen Ertragsanstieg bis 36,1 dz/ha. Er wird in Variante VI durch das Rübenblatt auf ein insgesamt höheres Niveau verlegt, welches in N_0 mit 10,6 dz = ca. 60 % verständlicherweise höher ist als in N_3 mit 5,9 dz = 34 %.

Recht positiv ist die biologisch-dynamische Bewirtschaftung zu bewerten. Abbildung 9 gestattet einen horizontalen Ertragsvergleich, wonach die 200 dz/ha Stallmist mit 32,9 dz in P_0 der Wirkung von 60 N in Variante V entsprechen. Durch die Kieselbehandlung in P_1 und P_2 um 2,9 in P_3 sogar um 6,2 dz gesteigert werden; das sind 10,9 % bzw. 18,8 %. Die biologisch-dynamische Variante II mit 400 dz/ha Stallmist liegt in $P_0 - P_2$ um 1 - 2 dz über der Variante V N_3 , um in P_3 mit 42,3 dz/ha den Höchstertrag der konventionellen Bewirtschaftung zu erreichen. Für das Kieselpräparat einschließlich 30 N Hühnerdung ist das eine Leistungssteigerung von 13,4 %. Mit Ausnahme der Variante IV wird der Höchstertrag in Variante III $P_{1/3}$ mit 43,8 bzw. 43,4 dz/ha ATM erzielt. P_0 und P_2 sind dem Durchschnitt $P_{1/3}$ mit 43,6 dz um 1,6 bzw. 3,1 dz/ha unterlegen.

Die Stroherträge verhalten sich wie die Kornerträge, schneiden aber bei einem Leistungsvergleich beider Bewirtschaftungssysteme auf den organisch

behandelten Flächen noch günstiger ab als bei Korn. Nimmt man als Vergleichsmaßstab zunächst den Höchstertrag der konventionellen Bewirtschaftung in V N₂ mit 36,3 dz/ha, hebt sich die biologisch-dynamische Bewirtschaftung mit Ausnahme der Variante I P₀ und I P₂ gesichert positiv davon ab. Dient als Bezugsgröße die Rübenblattvariante VI in N₃ mit 45,1 dz/ha als dem Höchstertrag der konventionellen Varianten V und VI, so verbleiben mit Ausnahme der Variante IV die P-Stufen P₀₋₂ der Varianten I - III größtenteils innerhalb derselben, während sich die biologisch-dynamischen Varianten II P₃ und III P_{1,3} als dem Höchstertragsgebiet mit einem durchschnittlichen Mehrertrag von 5,3 dz gesichert davon unterscheiden.

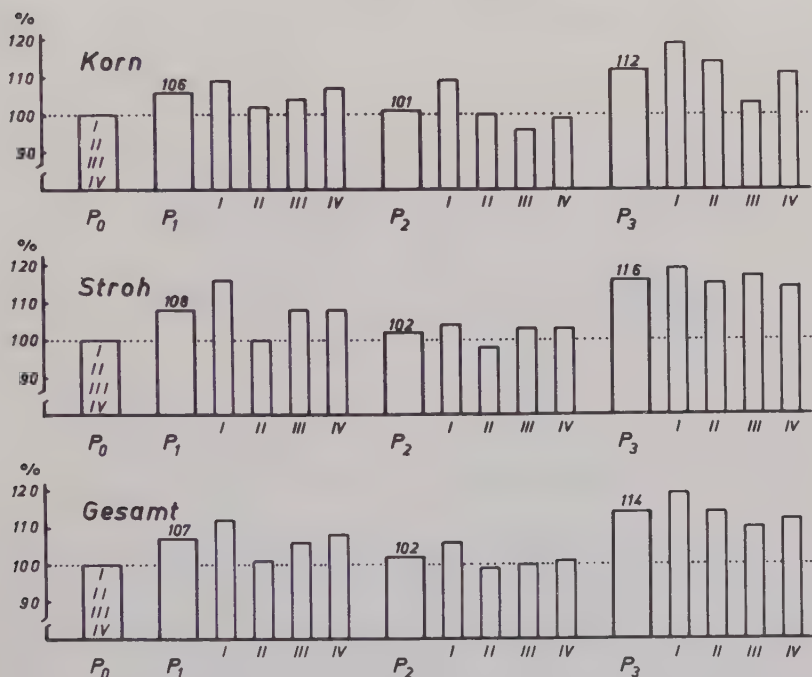
Da sich die Korn- und Stroherträge gleichgerichtet verhalten, muß auch bei den Gesamterträgen ein ähnliches Ertragsverhalten zum Ausdruck kommen. Abgesehen von der kontinuierlichen Ertragssteigerung mit steigenden Stickstoffabgaben bei konventioneller Bewirtschaftung in V und VI, bewegen sich die Erträge der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise in dem Niveau der Variante VI N₃, welches durch die zusätzliche Rübenblattdüngung mit 73,5 - 87,1 dz/ha geprägt wird. Unter Berücksichtigung der organischen Düngung in den Varianten I - III ist der Verlauf der Präparatwirkung nach Abbildung 10 recht eindeutig. So entspricht P₂

**Biologisch-dynamische Bewirtschaftung und
konventioneller Anbau zu Sommerweizen**

Rauisch-Holzhausen 1971, Versuch „Gimberg“

Abb.:10

Relative Leistung des Kieselpräparats, $P_0=100$



P = Präparat

mit Ausnahme in Variante I der Ausgangsstufe P_0 , während P_1 mit durchschnittlich 7 % diese gesichert übersteigt. Da P_3 die gleiche Spritzung wie P_1 erhielt, kann die Ertragssteigerung von 14 % unter Berücksichtigung einer gewissen Kmpllexwirkung zur Hälfte dem zusätzlichen Hühnerdung zugeschrieben werden.

Gerade dieser Versuch, in welchem die biologisch-dynamische Bewirtschaftung bereits im zweiten Jahr konsequent durchgeführt wird, zeigt, daß ein quantitativer Leistungsvergleich beider Systeme erst nach mehreren Jahren zulässig ist. Dann können auch auf biologisch-dynamisch bewirtschafteten Flächen vergleichbare Erträge erzielt werden, wobei eine Einschränkung im organischen Düngeraufwand sicherlich möglich ist.

4.1.3.2. Nährstoffentzug und -verwertung

Um Aufschluß über Nährstoffverwertung (siehe Tabelle 15) und Nährstoffausnutzung zu erhalten, soll zunächst auf die in Anhang 5 mitgeteilten Nährstoffgehalte eingegangen werden. In der Kornfraktion steigt der Stickstoffgehalt mit zunehmender Düngungsintensität von I nach VI und von N_0 nach N_3 an. In dieser Reihenfolge nimmt auch die Nährstoffverwertung für Stickstoff ab, da die Nährstoffaufnahme vor dem Ertragszuwachs dominiert. Für die

Tabelle 14

Biologisch - dynamische Bewirtschaftung und konventioneller Anbau zu Sommerweizen

Rauisch - Holzhausen 1971; Versuch "Gimberg"

Nährstoffentzüge in kg/ha

		I				II				III			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
<u>Korn</u>	N	60,5	64,4	72,0	73,1	69,6	73,7	72,2	83,8	80,2	84,5	79,4	85,9
	K	16,5	17,0	22,4	20,3	18,6	18,1	18,2	20,3	20,6	20,0	19,0	19,8
	P	15,3	14,8	19,1	17,7	16,7	16,8	17,0	18,4	19,0	19,3	19,0	18,5
		IV				V				VI			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
	N	82,0	91,1	82,1	94,4	34,0	52,7	66,4	70,8	59,9	83,4	93,3	97,0
	K	20,1	21,1	21,1	22,2	8,2	11,9	14,9	17,3	13,1	18,2	18,8	18,0
	F	18,1	18,6	19,0	20,6	8,2	11,6	14,8	16,1	13,5	15,8	19,1	18,7
		I				II				III			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
<u>Stroh</u>	N	8,4	9,3	8,0	8,8	9,5	9,5	8,5	11,4	10,8	10,2	11,1	12,1
	K	42,1	48,2	46,6	52,7	53,4	52,6	53,7	61,0	64,9	63,0	64,8	87,6
	P	2,3	3,2	2,6	2,9	3,1	2,9	2,9	3,6	3,8	3,7	3,9	4,2
		IV				V				VI			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
	N	11,6	12,0	11,0	13,2	4,2	9,2	10,6	12,0	7,9	11,2	15,3	15,3
	K	81,0	87,9	78,9	86,4	24,7	46,9	55,6	65,1	52,0	75,5	79,6	80,7
	P	3,6	3,5	3,2	3,6	1,5	2,5	2,9	3,5	2,0	3,3	3,6	4,0
		I				II				III			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
<u>Gesamt</u>	N	68,9	73,7	80,0	81,9	79,1	83,2	80,7	95,2	91,0	94,7	90,5	98,0
	K	58,6	65,2	69,0	73,0	72,0	70,2	71,9	81,3	85,5	83,0	83,8	107,4
	P	17,6	18,0	21,7	20,6	19,8	19,7	19,9	22,0	22,8	23,0	22,9	22,7
		IV				V				VI			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
	N	93,6	103,1	93,1	107,6	38,2	61,9	77,0	82,8	67,8	94,6	108,6	112,3
	K	101,1	109,0	100,0	108,4	32,9	58,8	70,5	82,4	65,1	93,7	98,4	98,7
	P	21,7	22,1	22,2	23,9	9,7	14,1	17,7	19,6	15,5	19,1	22,7	22,7

biologisch-dynamische Düngung gestaltet sie sich günstiger. Die für Korn getroffene Feststellung gilt in abgeschwächtem Maße auch für Stroh. Die für N bei Korn aufgestellte Rangordnung kehrt sich für K um, wenn auch nicht in dem Maße wie bei N. Die K-Gehalte des Strohs nehmen jedoch mit der Steigerung der organischen Düngung und den N-Stufen offensichtlich zu. Die P-, Ca- und Mg-Gehalte lassen weder bei Korn noch bei Stroh einen größeren Einfluß der Varianten I - VI erkennen. Das Kieselpräparat in P₁ und P₂ erhöhte die N-Aufnahme im Korn geringfügig, während bei Stroh eine Abnahme beobachtet werden kann. Die K- und P-Gehalte wurden im Korn durch P₁ gegenüber P₀ und P₂ ausnahmslos gesenkt. P₂ scheint die Mg-Gehalte positiv zu beeinflussen. Dagegen ist bei Stroh für K, P und Mg keine sichere Beziehung zwischen der Präparateanwendung und den Gehalten zu erkennen. Die Ca-Gehalte nehmen jedoch in allen Fällen mit der Präparateanwendung ab.

Die unterschiedlichen Stickstoffentzüge, die nach Tabelle 14 naturgemäß durch die Kornfraktion bestimmt werden, sind im Vergleich der Varianten I - VI zu rund einem Drittel auf die Gehalts- und zu ca. zwei Drittel auf die Ertragsdifferenzen zurückzuführen. Die eingangs erwähnte Stickstoffverwertung der biologisch-dynamisch behandelten Varianten I, II und III liegt nach Tabelle 15 bei rund 1,00. Sie ist gegenüber den konventionellen Varianten V und VI mit 0,91 und 0,75 in der mitt-

Biologisch - dynamische Bewirtschaftung und konventioneller Anbau zu Sommerweizen

Rauisch - Holzhausen 1971; Versuch "Gimberg"

Mährstoffverwertung: Gesamtertrag in kg/ha : Gesamtentzug in kg/ha x 100

	I			II			III		
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀
N	1,01	1,06	0,93	1,01	1,02	0,97	0,99	0,97	0,96
K	1,19	1,20	1,07	1,14	1,12	1,16	1,11	1,13	1,02
P	3,95	4,34	3,41	4,03	4,06	4,12	3,99	4,18	3,82
Mg	7,24	7,66	7,18	7,55	7,80	8,28	8,03	8,75	8,98
	IV			V			VI		
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₀
N	0,95	0,93	0,97	0,93	0,99	0,94	0,91	0,89	0,91
K	0,88	0,88	0,90	0,92	1,15	0,99	0,99	0,89	0,94
P	4,10	4,34	4,06	4,18	3,90	4,13	3,94	3,75	3,96
Mg	9,00	9,41	8,92	9,00	7,41	7,77	7,67	7,50	8,30

leren Stickstoffversorgungsstufe N_2 wesentlich günstiger zu beurteilen. Das Gleiche gilt auch für die Verwertung des Kaliums; hier betragen die Werte für die Varianten I, II und III ca. 1,10; für die Varianten V N_2 und VI N_2 dagegen nur 0,99 und 0,82. Die Verwertung des Phosphors liegt in den Varianten I - V bei ca. 4,0; nur Variante VI fällt mit rund 3,6 auf Grund des höheren Gehaltes deutlich ab.

Über die Ausnutzung der Nährstoffe aus der organischen Düngung können wegen der Nachwirkung der Stallmistgaben im Vorjahr zu Zuckerrüben keine Angaben gemacht werden. Der Ertragszuwachs durch die Präparateanwendung ist auch bei Sommerweizen letztlich auf eine bessere Ausnutzung der Nährstoffe vorwiegend in P_1 zurückzuführen.

4.1.4. Winterweizen in Fruchtfolge und Monokultur

4.1.4.1. Erträge und Ertragskomponenten

Eines der wesentlichen Merkmale der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise besteht darin, daß sie sich auf natürliche Gesetzmäßigkeiten der Pflanzenproduktion aufbaut. Sie beruhen auf jahrhundertalten Erfahrungen im Ackerbau und waren auf Grund des Fehlens der heute allgemein bräuchlichen Pflanzenschutzmittel darauf ausge-

richtet, gesunde und qualitativ hochwertige Pflanzenprodukte zu erzeugen. So entwickelten sich von dem anfänglichen Monokulturanbau mit seinen negativen Folgeerscheinungen die klassischen Feldsysteme des Fruchtwechsels und seiner Variationsmöglichkeiten bis zur verbesserten Dreifelderwirtschaft, wie von KÖNNECKE (1967) eingehend beschrieben und erläutert wurden. Unter Berücksichtigung der hier praktizierten natürlichen Pflanzenproduktion wurden ökonomische Gesichtspunkte nur insoweit berücksichtigt, als sie die Ernährung von Mensch und Tier sicherstellten.

Anfang der 50er Jahre kam es in der Bundesrepublik Deutschland zu einer großen Wende in der Ackernutzung, als jetztausschließlich wirtschaftliche Gründe das Anbauverhältnis bestimmten. Sie zwingen den Landwirt zu einer immer stärkeren Ausdehnung der Getreidefläche, die heute vielfach den Charakter einer begrenzten Monokultur annimmt. Gewisse Parallelen zum Ausgangszustand der bereits skizzierten Entwicklung sind damit vorhanden, wenngleich die Intensität der Bewirtschaftungsmaßnahmen ungleich höher sind und Ertragsminderungen vielfach gemindert bzw. hinausgeschoben werden. Dennoch widerspricht diese Erzeugung den oben genannten natürlichen Erzeugungsbedingungen. So wird der Nährstoff- und Wasserhaushalt vielfach einseitig belastet, pilzliche und tierische Schädigungen nehmen zu, da die natürliche Bio-

zönose gestört und die Regeneration derselben erschwert, wenn nicht gar unmöglich gemacht wird.

Unter diesem Aspekt erschien es sinnvoll, in die hiesigen Untersuchungen derart einseitig belastete Kulturböden einzubeziehen und der Frage nachzugehen, inwieweit sie durch eine rein biologisch-dynamische Bewirtschaftung, die sich ausschließlich auf den Pflanzenstandort (Krume) bezieht, einer in Grenzen gehaltenen Gesundung zuzuführen sind mit all ihren positiven Auswirkungen auf den Pflanzenbestand. Als Versuchsobjekt dient eine Weizen-Monokultur, die nach jüngsten Erfahrungen aus der Praxis in eine begrünte Sommerfurche gestellt und unter Beachtung weiterer technischer Anbauregeln die vielseitigen Schäden einer derartigen Anbaufolge weitgehend verhindern soll. Zum Vergleich dient ein Weizen, der in die gängige Fruchtfolge Zuckerrüben - Winterweizen - Sommergerste gestellt ist und den Anforderungen einer gesunden und natürlichen Pflanzenproduktion weitgehend entspricht. Beide Weizenflächen werden auf Grundlage einer ausreichenden P-K-Versorgung stufenweise mit Stickstoff abgedüngt, um nach Möglichkeit den Optimalbereich der Pflanzenernährung bzw. der Ertragsbildung zu erfassen. Die vier vorliegenden Untersuchungsjahre zeigen, daß das weitgehend gelungen ist.

Die biologisch-dynamisch bewirtschaftete Weizenmonokultur arbeitet nach der Versuchsanstellung

(siehe Tabelle 5) ohne jeglichen mineralischen Düngereinsatz und versucht vielmehr Pflanzen-nährstoffe und organischen Dünger über ausreichende Mengen von Stallmist und Hühnerdung zur Verfügung zu stellen. Nähere Auskünfte hierüber gibt Tabelle 16 in einer Gegenüberstellung der Varianten "Mono Strohdüngung" und "Mono biologisch-dynamisch". Werden in der konventionell betriebenen Monokultur im Schnitt der vier Untersuchungsjahre über das Stroh, den N-Ausgleich zum selben und die Mineraldüngung 140 - 160 kg/ha Gesamt-N zugeführt, sind es auf dem biologisch-dynamischen Teil in den Jahren 1968 und 1969 mit 240 - 290 kg N etwa die doppelte Menge, 1970 und 1971 durch die Reduzierung der Stallmistgaben von 400 auf 200 dz/ha mit 130 und 150 kg Gesamt-N eine vergleichbare Menge zur konventionellen Monokultur. Eine ähnlich positive Aufrechnung ergibt sich für das Kalium, während die P-Zufuhr in den ersten beiden Jahren mit 180 - 300 kg P_2O_5 um das vierfache, nach Reduzierung der Stallmistgabe mit 200 - 250 kg/ha um das zwei- bis dreifache erhöht ist. Die Ca- und Mg-Werte erreichen das Vielfache. Diese positive Bilanz ergibt sich nahezu ausschließlich aus der Stallmistdüngung, da die Nährstoffmengen des auf 40 kg/ha N berechneten Hühnerdungs vergleichsweise gering sind. Legt man den für Stallmist bekannten Ausnutzungsgrad der Nährstoffe zugrunde, kann für die Ertragsbildung beider Behandlungsflächen eine ähnliche Nährstoffverfügbarkeit vorausgesetzt werden.

Chemischer Pflanzenschutz wird in der biologisch-dynamischen Monovariante insofern vermieden, als einmal unbeiztes Saatgut verwendet und die Herbizidanwendung durch mechanische Unkrautbekämpfung vermieden wird. Es galt letztlich der Frage nachzugehen, inwieweit die nachteiligen Auswirkungen einer Monokultur als Zeitfunktion verschoben bzw. vermieden werden können. Die Aussagen derartiger Untersuchungen haben wie immer bei der biologisch-dynamischen Bewirtschaftung von der Tatsache auszugehen, daß ein vollkommener Nährstoffersatz durch die organische Düngung einschließlich der Präparateanwendung nur in den seltensten Fällen möglich sein wird (siehe Anhang 1), sofern sie unter annähernd praktikablen Voraussetzungen durchgeführt wird, so dient letzten Endes für die positive Bewertung beider Bewirtschaftungssysteme der Vergleich von Qualität bei ausreichendem Erntegut und der ausschließlichen Quantität konventioneller Erzeugung als maßgebendes Kriterium.

Der logische Aufbau für die vorliegende Betrachtungsweise beginnt mit der Versuchsanstellung, bei der 400 dz in den ersten zwei Jahren und 200 dz in den folgenden Jahren eines präparierten Kuhtiefstallmistes nach der Stoppelaufbringung für die folgende Rapseinsaat als Gründüngung eingepflügt werden einschließlich einer Kuddung-präparatspritzung nach der Saatbettbereitung. Unter der Berücksichtigung, daß die konventionelle Monokulturfläche 30 bzw. 50 kg Mineralstickstoff zur Zwischenfruchtaussaat erhält,

sprechen die Aufwuchszahlen nach Tabelle 17 für sich. So wird in den beiden ersten Untersuchungsjahren auf der biologisch-dynamisch

Tabelle 17: Winterweizen in Fruchtfolge und Monokultur Rauisch - Holzhausen
Aufwuchsleistung* der Rapsgründung in Sommerfurche

Variante	Oberirdische Masse			Grob-Wurzelmasse		
	dz/FM	ATM%	dz/haATM	dz/FM	ATM%	dz/haATM
<u>1968</u>						
Stroh verbr. - 30 N	42,4	14,0	5,9	n.b.	-	-
biol.-dyn. 400dz/ha StM	51,3	13,0	6,7	n.b.	-	-
<u>1969</u>						
Stroh eingefr. - 30 N	49,5	11,8	5,8	10,3	20,0	2,10
biol.-dyn. 400dz/ha StM	88,5	9,6	8,5	11,5	17,4	2,00
<u>1970</u>						
Stroh eingefr. - 50 N	135,2	10,8	14,6	18,7	17,6	3,29
biol.-dyn. 200dz/ha StM	264,2	8,4	22,2	22,3	15,6	3,48
<u>1971</u>						
Stroh eingefr. - 50 N	177,7	12,1	21,5	23,2	19,2	4,46
biol.-dyn. 200dz/ha StM	216,4	11,0	23,8	29,4	17,5	5,14

bewirtschafteten Fläche fast doppelt soviel oberirdische organische Masse gebildet, während es im dritten Jahr bei hoher Ausgangsleistung auch noch mehr als 20 % sind. Bei intensiver Durchwurzelung auf beiden Versuchsteilen bleibt

* Nährstoffgehalte siehe Anhang 2

die Differenzierung in der Wurzeleistung weitgehend aus.

Für die nachfolgende Betrachtung der Weizen-erträge muß zunächst deren genereller Verlauf über die Versuchsjahre einer Betrachtung unterzogen werden. Das umso mehr, als technische Mängel bei der Bestellung zunächst über der natürlichen Produktion bzw. dem Fruchtfolgeeinfluß dominierten. Einen Hinweis geben die Keim- und Bestandesdichte, die neben einigen anderen Ertragskomponenten in Tabelle 18 aufgeführt sind. Bedingt durch die Schwierigkeiten im Saataufgang eingemulchter Zwischenfruchtbestände ergibt sich im Anlagejahr 1969 mit 230 - 330 Keimpflanzen/m² und mit 180 - 190 Keimpflanzen/m² 1970 ein extrem niedriger Feldaufgang, der trotz höherer Bestockung den Pflanzenbestand nicht mehr an das Optimum für eine ausreichende Ertragsbildung heranzuführen vermag. Im Mittel der N-Intensitätsstufen werden nach Tabelle 19 vom Fruchtfolge-Weizen 1969 und 1970 50 dz, von der konventionellen Monokultur (mit Strohdüngung) und von der biologisch-dynamisch bewirtschafteten Fläche rund 40 dz/ha erzielt. Bei gleichem Pflanzenausgangsbestand in der Weizenmonokultur (234 bzw. 244 ährentragende Halme/m²) 1970 ist die Leistung der biologisch-dynamischen Bewirtschaftung umso höher zu bewerten, als in den N-Stufen nur 20, 40 bzw. 60 kg/ha N als Hühnermist zugeführt wurden, während der konventionelle Teil 75, 100 bzw. 125 kg/ha N

Tabelle 18

Winterweizen in Fruchtfolge und Monokultur

Rauisch - Holzhausen 1969 - 1972

Keimdichte(KD), Festandesdichte(BD), produktiver Festockungsfaktor(BF), Tausendkorngewicht(TKG)

V a r i a n t e	W.-Weizen in Fruchtfolge				W.-Weizen in Monokultur nach begr. Sommerfurche			
	KD	BD	BF	TKG	Strohduingung			
					KD	BD	BF	TKG
<u>1969</u> N ₁ (75)*-(20)*	303	371	1,22	40,3	313	343	1,10	41,3
N ₂ (100)-(40)	307	447	1,46	39,5	335	387	1,16	40,0
N ₃ (125)-(60)	319	406	1,27	40,0	340	342	1,00	41,0
M	310	408	1,32	39,9	329	357	1,09	40,8
<u>1970</u> N ₁	306	321	1,05	47,5	179	221	1,23	44,9
N ₂	304	360	1,18	45,3	187	246	1,32	47,3
N ₃	278	323	1,16	45,3	206	236	1,15	46,7
M	296	335	1,13	46,0	191	234	1,23	46,3
<u>1971</u> N ₁	428	496	1,16	43,0	424	476	1,12	35,5
N ₂	424	476	1,12	43,0	420	496	1,18	38,0
N ₃	428	484	1,13	43,5	440	512	1,16	38,0
M	427	485	1,14	43,2	428	495	1,15	37,2
<u>1972</u> N ₁	447	442	0,99	40,0	395	510	1,29	35,2
N ₂	432	437	1,01	39,3	383	481	1,26	36,0
N ₃	452	458	1,01	39,0	390	520	1,34	36,7
M	444	446	1,00	39,4	389	504	1,30	36,0

* konventionell ** biol.-dyn.

Tabelle 19

Winterweizen in Fruchtfolge und Monokultur

Bavisch. Holzhausen 1969 - 1972

Ertrags in dt/ha AMI 15F

Variante	1969				1970				1971				1972			
	Fruchtfl. nach Z-R	Monokultur Sproßdg. bio.-dyn. abs. rel. abs. rel.	Fruchtfl. nach Z-R	Monokultur Sproßdg. bio.-dyn. abs. rel. abs. rel.	Fruchtfl. nach Z-R	Monokultur Sproßdg. bio.-dyn. abs. rel. abs. rel.	Fruchtfl. nach Z-R	Monokultur Sproßdg. bio.-dyn. abs. rel. abs. rel.	Fruchtfl. nach Z-R	Monokultur Sproßdg. bio.-dyn. abs. rel. abs. rel.	Fruchtfl. nach Z-R	Monokultur Sproßdg. bio.-dyn. abs. rel. abs. rel.	Fruchtfl. nach Z-R	Monokultur Sproßdg. bio.-dyn. abs. rel. abs. rel.	Fruchtfl. nach Z-R	Monokultur Sproßdg. bio.-dyn. abs. rel. abs. rel.
1. 75	46,3 100	42,9 53 34,7 75 0,83 1,18	45,1 100	30,9 69 38,8 86 0,77 0,28	47,4 100	34,8 73 35,6 58 0,32 0,70	50,3 100	46,8 93 45,5 90 0,67 0,44	51,7 100	36,7 70 32,0 68 0,57 1,03	52,3 100	43,4 83 47,4 91 0,41 1,34	51,4 100	36,4 70 31,8 65 0,87 1,13	45,2 100	53,8 119 46,1 102 0,48 0,51
2. 100	51,2 100	47,9 81 35,9 72 0,77 1,25	52,1 100	38,4 74 39,6 76 0,41 0,60	52,4 100	44,6 89 62,1 123 0,96 1,66	50,2 100	52,2 104 47,3 94 0,97 0,39	51,7 100	36,7 70 32,0 68 0,57 1,03	52,3 100	43,4 83 47,4 91 0,41 1,34	51,4 100	36,4 70 31,8 65 0,87 1,13	45,2 100	53,8 119 46,1 102 0,48 0,51
3. 125	51,2 100	47,9 81 35,9 72 0,77 1,25	52,1 100	38,4 74 39,6 76 0,41 0,60	52,4 100	44,6 89 62,1 123 0,96 1,66	50,2 100	52,2 104 47,3 94 0,97 0,39	51,7 100	36,7 70 32,0 68 0,57 1,03	52,3 100	43,4 83 47,4 91 0,41 1,34	51,4 100	36,4 70 31,8 65 0,87 1,13	45,2 100	53,8 119 46,1 102 0,48 0,51
Mittel	50,3 100	46,2 92 35,6 71 0,88 1,03	48,9 100	35,9 72 38,5 79 1,02 0,48	51,7 100	43,4 94 54,5 118 0,81 1,31	45,2 100	53,8 119 46,1 102 0,48 0,51	51,7 100	36,7 70 32,0 68 0,57 1,03	52,3 100	43,4 83 47,4 91 0,41 1,34	51,4 100	36,4 70 31,8 65 0,87 1,13	45,2 100	53,8 119 46,1 102 0,48 0,51
Gesamt	44,2 100	37,7 81 30,2 68 0,81 1,64	45,5 100	28,3 62 35,4 78 0,98 1,81	48,8 100	44,4 91 59,1 121 0,95 1,37	52,1 100	52,9 103 47,6 92 0,66 0,59	51,7 100	36,7 70 32,0 68 0,57 1,03	52,3 100	43,4 83 47,4 91 0,41 1,34	51,4 100	36,4 70 31,8 65 0,87 1,13	45,2 100	53,8 119 46,1 102 0,48 0,51
1. 75	57,4 100	76,3 87 64,2 73 1,18 2,16	87,3 100	55,9 64 74,6 86 0,91 1,13	93,4 100	78,2 84 90,1 96 0,87 1,48	95,5 100	100,6 105 91,6 96 0,67 0,71	101,9 100	81,3 79 94,1 92 1,15 1,95	101,9 100	97,7 96 93,3 92 1,37 0,45	103,5 100	80,9 81 90,8 91 1,23 1,81	98,1 100	95 93,9 91 1,18 0,92
2. 100	57,4 100	76,3 87 64,2 73 1,18 2,16	87,3 100	55,9 64 74,6 86 0,91 1,13	93,4 100	78,2 84 90,1 96 0,87 1,48	95,5 100	100,6 105 91,6 96 0,67 0,71	101,9 100	81,3 79 94,1 92 1,15 1,95	101,9 100	97,7 96 93,3 92 1,37 0,45	103,5 100	80,9 81 90,8 91 1,23 1,81	98,1 100	95 93,9 91 1,18 0,92
3. 125	57,4 100	76,3 87 64,2 73 1,18 2,16	87,3 100	55,9 64 74,6 86 0,91 1,13	93,4 100	78,2 84 90,1 96 0,87 1,48	95,5 100	100,6 105 91,6 96 0,67 0,71	101,9 100	81,3 79 94,1 92 1,15 1,95	101,9 100	97,7 96 93,3 92 1,37 0,45	103,5 100	80,9 81 90,8 91 1,23 1,81	98,1 100	95 93,9 91 1,18 0,92
Mittel	54,5 100	61,9 87 55,8 70 1,18 1,95	87,3 100	55,9 64 74,6 86 0,91 1,13	93,4 100	78,2 84 90,1 96 0,87 1,48	95,5 100	100,6 105 91,6 96 0,67 0,71	101,9 100	81,3 79 94,1 92 1,15 1,95	101,9 100	97,7 96 93,3 92 1,37 0,45	103,5 100	80,9 81 90,8 91 1,23 1,81	98,1 100	95 93,9 91 1,18 0,92

über Mineraldünger erhielt. Berücksichtigt man, daß 1970 als dem zweiten Versuchsjahr Schäden durch Fußkrankheiten als Folge des Monokulturcharakters ausblieben (siehe Abbildung 11), beruht die Ertragsunterlegenheit der Monovarianten ausschließlich auf den besagten technischen Mängeln. Für die Stroh- und Gesamterträge treffen die gleichen Ertragsrelationen wie für die Kornfraktion zu.

1971 wurden die Aussaatbedingungen an das Fruchtfolgeteilstück weitgehend angeglichen, indem die begrünzte Sommerfurche mit ca. 12 - 15 cm so tief geschält wurde, so daß einerseits die Gründüngung nicht vergraben wurde, zum anderen ein sauberes Saatbett bestellt werden konnte. Bei 95 % Feldaufgang konnte mit rund 430 Keimpflanzen/m² auf allen drei Weizenflächen ein gleicher Ausgangsbestand geschaffen werden. Bei annähernd gleicher Bestockung von 1,14 - 1,19 trifft dasselbe nach Tabelle 18 auch für den Ährenbestand zu. Wenn dennoch die Mono-Erträge beider Bewirtschaftungsformen i.M. der N-Stufen 30 % (Strohdüngung) und 39 % zum Fruchtfolgeweizen zurückbleiben, ist das nunmehr eine unmittelbare Folge des durch die dreijährige Monokultur bedingten epidemieartigen Befalls mit Fußkrankheiten, insbesondere mit *Ophiobolus* der Schwarzbeinigkeit. In einem gesonderten Kapitel wird noch darauf verwiesen, daß dieser Sachverhalt unabhängig von den Bewirtschaftungsmaßnahmen besteht.

Um die Leistung der biologisch-dynamischen Bewirtschaftung beurteilen zu können, sind sowohl die Einzelleistung der N-Stufen beim Korn als auch beim Stroh entscheidend. Beide Erntefraktionen lassen deutlich werden, daß zumindest für die Kornbildung ausreichend Stickstoff zur Verfügung stand. Wird in N_1 mit 35,6 dz/ha Korn noch eine vergleichbare Leistung zu "Mono-Strohdüngung" erzielt, fallen die weiteren N-Stufen sukzessive ab, währenddem die Stroherträge bei hohem Ausgangsniveau von 54,5 dz/ha (118 % zur Fruchtfolge = 100) mit der N-Düngung als Hühnerdung auf durchschnittlich 60 dz/ha (120 %) ansteigen. Diese Reaktion der Korn- und Stroherträge ist typisch für ein Überangebot an Stickstoff und lassen sich nach Anhang 8 an den hohen N-Gehalten leicht nachweisen. Bei der Mono-Strohdüngung wird die Depressionsgrenze in N_3 gerade erreicht. Darauf lassen die nur geringfügigen und statistisch nicht gesicherten Ertragssteigerungen durch die N-Düngung schließen.

1972 liegt wiederum wie in den Anfangsjahren 1969 und 1970 eine Differenzierung im Keimpflanzenausgangsbestand vor. Trotz gleicher optimaler Aussaatbedingungen weist Tabelle 18 auf der konventionell bewirtschafteten Monokulturfläche mit 389 Keimpflanzen/m² ein Defizit von 12 % zum Fruchtfolge-Weizen auf. Bei hoher Ausgangsverseuchung mit den Fußkrankheitspilzen und in Übereinstimmung mit den Untersuchungen von BOCKMANN (1963) darf angenommen werden, daß infolge der Herbstinfektion die Pflanzen sekundär

so weit geschwächt wurden, daß sie primär den Auswinterungsschäden zum Opfer fielen, zumal die Bestandsauszählung auf Grund ungenügender Herbstentwicklung erst im Frühjahr vorgenommen wurde. In gleichem Maße dürfen die genannten Ursachen auf die biologisch-dynamisch bewirtschaftete Fläche übertragen werden. Unter Beachtung entsprechender Aussaatprinzipien wurde ungebeiztes Saatgut verwendet. Es ist nicht auszuschließen, daß neben den Fußkrankheitspilzen noch andere bodenbürtige Krankheitserreger zu einer Schwächung und dem Absterben der Keimpflanzen geführt hat. Dennoch finden wir gerade hier das Phänomen, daß durch einen extrem hohen Bestockungsfaktor von 2,0 eine natürliche Bestandsregulierung auf rund 350 ährentragende Halme eintrat. Sie bleibt zwar um 150 Halme gegenüber der Monokultur-Stroh gefräst und 100 gegenüber des Fruchtfolge-Weizens zurück, vermag aber gerade zur konventionellen Weizen-Monokultur dieses Defizit durch ein hohes Einzelährengewicht vollständig auszugleichen. Mit 45 bzw. 46 dz/ha Korn sind beide Monokulturen in ihrer Ertragsleistung nahezu identisch und ihre negative Differenz zur Fruchtfolge mit 6 bzw. 5 dz ist wiederum Ausdruck des Monokulturcharakters bzw. der Schädigung durch erhöhten Fußkrankheitsbefall einschließlich Septoria und Mehltau.

Was im Vorjahr bezüglich des N-Angebotes und der N-Leistung beider Bewirtschaftungssysteme

ausgeführt wurde, trifft auch für das vierte Untersuchungsjahr zu. Eine Bestätigung bringen auch hier wiederum die Stroherträge, die in den N-Stufen 1 und 2 mit der Fruchtfolge vergleichbar sind, während sie erst in der höchsten Düngungsstufe N_3 infolge der Annäherung an das Depressionsgebiet nicht mehr den Ertragszuwachs zu bringen vermögen, wie ihn der Fruchtfolge-Weizen mit 10 dz/ha ausweist.

Trotz des kurzen Zeitraums von vier Jahren gibt die vorliegende Versuchsreihe dennoch einen Einblick über das Ertragsverhalten einer Monokultur einerseits und biologisch-dynamischer Bewirtschaftung andererseits. Ohne Berücksichtigung dieser Bewirtschaftungsformen bleibt die Monokultur generell hinter der Ertragsleistung einer bisher als optimal geltenden Fruchtfolge zurück. Dem relativ einheitlichen Durchschnitt von 51 dz/ha ATM Korn steht mit durchschnittlich 13,5 dz/ha ein relativer Leistungsabfall von 26 % gegenüber. In diesem depressiven Charakter unterscheiden sich die konventionell behandelte als auch die biologisch-dynamisch bewirtschaftete Monokultur nur wenig. Vom Ausgangszustand der Nährstoffversorgung war dieser Sachverhalt zu erwarten.

4.1.4.2. Fußkrankheitsbefall mit Cercospora herpotrichoides

Der Befall mit *Cercospora herpotrichoides*, der Halmbruchkrankheit (siehe Abbildung 11) wurde 1970 geprägt durch eine hohe Infektionszunahme ab der zweiten Julihälfte. Mit 87 mm Niederschlag gegenüber 75 mm im langjährigen Durchschnitt und 14,6° C zu 17,1° C war dieser Monat naß und kühl und bot so alle Voraussetzungen für den Pilzbe-
fall. Dieser Zeitpunkt ist jedoch erfahrungsgemäß zu spät, um noch zu einem nennenswerten Anteil an schwerkranken Pflanzen einschließlich Ertragsschäden zu führen. Wenn die Monovarianten einen um 10 % bis maximal 20 % höheren Befall aufweisen, ist das offensichtlich Folge des beginnenden Monokulturcharakters des Weizens in zweiter Anbau-
folge. Diese Aussage gilt umso mehr, als die niedrige Bestandesdichte eher einen entgegengesetzten Einfluß hätte ausüben müssen. Ein direkter Einfluß der organischen Behandlung läßt sich noch nicht nachweisen, da die Differenzierung in der Befall-
stärke während des gesamten Vegetationsverlaufes noch zu schwach ausgeprägt ist.

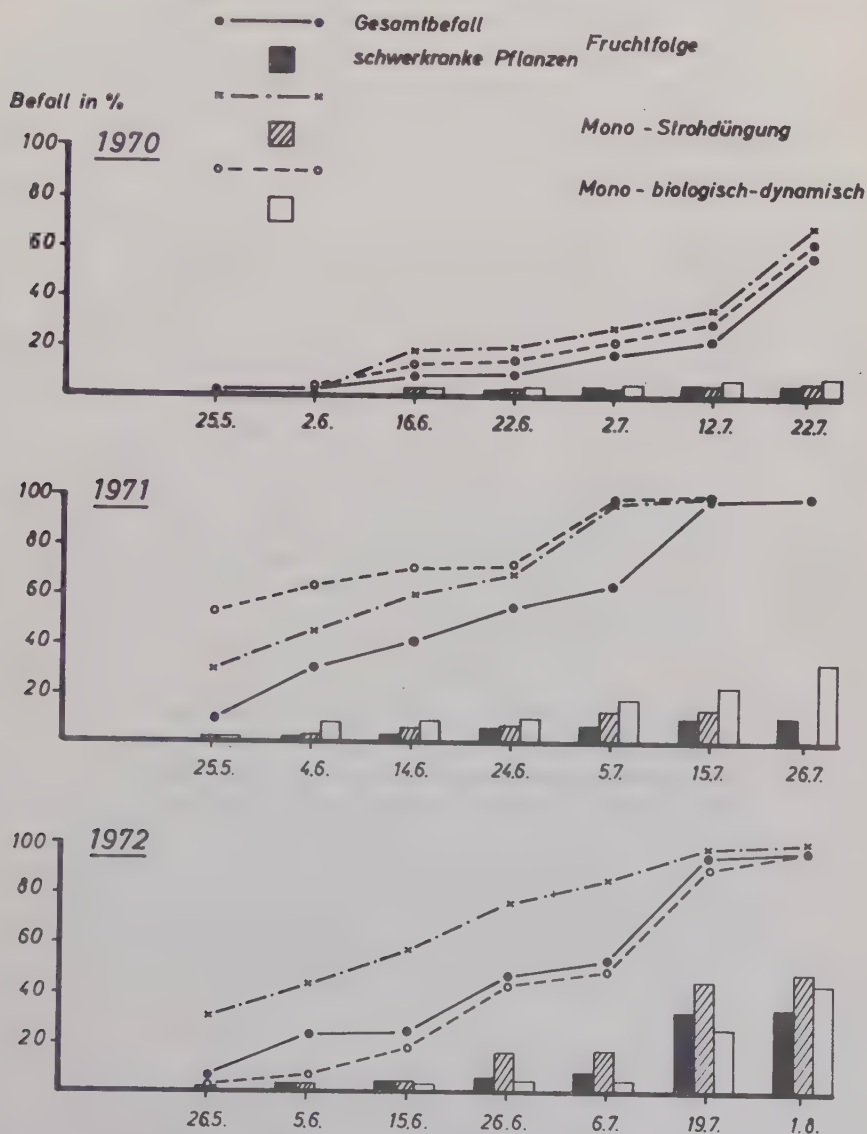
1971 setzte bereits im Mai bei ungewöhnlich hohen Niederschlägen (siehe Abbildung 4) ein starker In-
fektionsdruck ein, der bei vergleichbaren Bestandes-
dichten in den Monovarianten noch wesentlich stärker zum Ausdruck kam. Das Überangebot an Stickstoff in der biologisch-dynamischen Variante, das sich besonders in den höheren N-Stufen N₂ und N₃ bemerk-
bar machte, dürfte auch die Ursache dafür gewesen

Winterweizen in Fruchtfolge und Monokultur

Abb.: 11

Rauisch-Holzhausen 1970-72

Der prozentuale Befall mit *Cercospora herpotr.*, der Halmbruchkrankheit



sein, daß die Pflanze anfälliger gegenüber *Cercospora* war. Der höhere Befall, der insbesondere in den Hauptinfektionsmonaten Mai und Juni zu beobachten ist, basiert im wesentlichen auf einem höheren Anteil schwerkranker Pflanzen. Die bereits diskutierten Ertragsdepressionen sind demnach nicht nur eine Folge überhöhten N-Angebotes, sondern sind gleichzeitig auch Folge dieses Befalls.

1972 waren der Mai und Juni nicht nur außerordentlich niederschlagsreich, sondern im Vergleich zum langjährigen Mittel unterdurchschnittlich kühl. Diese für eine hohe Infektion günstige Witterungskonstellation nimmt erfahrungsgemäß in gesunden Fruchtfolgen keinen wesentlichen Einfluß auf die Befallstärke. Sieht man von der infektionsbedingten Zunahme ab, so zeigt der Fruchtfolgeweizen keinen abweichenden Infektionsverlauf in den beiden genannten Monaten. Lediglich die erste Julihälfte bringt einen starken Spätbefall, so daß vor der Ernte keine gesunden Pflanzen mehr ausgezählt werden konnten. Im Gegensatz hierzu lassen die Monovarianten keine klare Aussage zu. Der auf Grund der Entwicklung der Vorjahre zu erwartende hohe Befall bleibt bei der biologisch-dynamischen Wirtschaftsform ganz aus, als die Infektion der Befallkurve des Fruchtfolgeweizens folgt. Ob hier bereits ein antagonistischer Einfluß auf Grund erhöhter biologischer Aktivität im Boden als Erklärung mit herangezogen werden kann, muß offenbleiben, zumal die Vorjahre hierfür keinen Hinweis geben. Auch weiß man, daß eine Erhöhung des antiphytopathogenen Potentials des Bodens

auf echte bodenbürtige Pilze, wie es *Ophiobolus graminis* darstellt, hemmend wirkt, während bei Pilzen mit saprophytischer Lebensweise (*Cercospora*) dieses Phänomen bisher noch nicht beobachtet werden konnte.

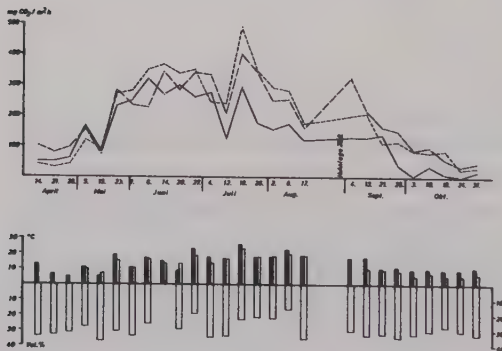
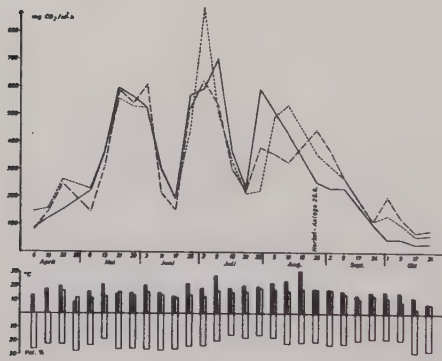
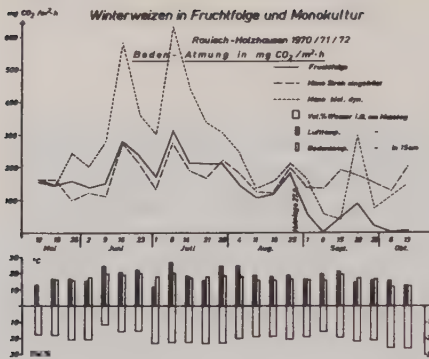
Ganz den Erfahrungen entspricht der Infektionsverlauf der konventionellen Monokultur. Von Beginn der Auszählung ab setzt sie sich mit einem absoluten Mehrbefall von 20 - 30 % gesichert von den übrigen Varianten ab.

4.1.4.3. Zur biologischen Aktivität im Boden

Die biologische Aktivität im Boden kann durch verschiedene Bestimmungsmethoden erfaßt werden, wie zum Beispiel Messung der Bodenatmung, Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität, Mikroorganismenarten und ihrer Zahl sowie der Bodenfauna. Hiervon wurden die Bodenatmung und die Regenwurmgänge je Flächeneinheit zur Beurteilung herangezogen.

Die in der Hauptvegetationszeit der Untersuchungsjahre 1970 - 1972 wöchentlich gemessenen Atmungswerte in $\text{mg CO}_2/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ sind in Abbildung 12 wiedergegeben. Untersuchungen zu dieser Problematik erscheinen angebracht, da eine hohe Mineralisierungsintensität die Voraussetzung für einen guten Nährstoffumsatz darstellt.

Abb.: 12



Wie anhand der Abbildung 12 belegt wird, folgt der allgemeine Kurvenverlauf des C-Abbaues in erster Linie der Jahreswitterung. Den größten Einfluß nimmt hierbei die Luft- bzw. Bodentemperatur. Fällt jedoch der Wassergehalt des Bodens in Trockenperioden unter eine kritische Grenze, entsteht hierdurch ein limitierender Faktor für die Mineralisation. So ist der C-Abbau gekennzeichnet durch zwei Maximagebiete, ein hohes im Mai/Juni und ein weniger ausgeprägtes im August/September. Diese Beobachtung entspricht der allgemeinen Erfahrung im hiesigen Klimabereich, wonach dies die Zeiten erhöhter bodenbiologischer Aktivität sind. Beide Maximagebiete werden naturgemäß unterstützt durch die Bodenbearbeitung zur Frühjahr- und Herbstbestellung. Wenn die Abbauintensität 1971 um rund zwei Drittel höher ist, muß dies auf die extreme Bodenaustrocknung im April und die daraufhin einsetzende außergewöhnlich hohe Mineralisationsrate auf Grund der einsetzenden Niederschläge zurückgeführt werden, was erwartungsgemäß einen fast identischen Kurvenverlauf der Varianten bis zur dritten Julidekade mit sich brachte, da die Unterschiede der Varianten durch diesen Effekt überlagert wurde.

Eine Vorstellung von der Größenordnung der veratmeten organischen Substanz - hier C - vermittelt Tabelle 20, in der die wöchentlichen Atmungs-messungen zu Monatswerten aufgerechnet wurden. 1971 wird unabhängig von der Behandlung mit einheitlich 4.000 kg von April bis Oktober veratmeten Kohlenstoffs ca. doppelt soviel organische

Tabelle 20

Winterweizen in Fruchtfolge und Monokultur

Rauisch - Holzhausen 1970, 1971, 1972

Der Abbau von Kohlenstoff über die CO_2 - Atmung des Bodens. Angaben in kg C/ha

	Apr.	Mai	Juni.	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Apr.-Okt.	StM bzw. Stroh+GD.
	abs rel	abs rel	abs rel	abs rel	abs rel	abs rel	abs rel	abs rel	C kg/ha Abbau in %
1 9 7 0		ab 9.					-16.		
Fruchtfolge	232 100	397 100	470 100	265 100	84 100	56 100	1504 100		
Mono Stroh düng.	209 90	349 88	418 89	312 118	316 376	173 309	1777 112	2026	13,5
" biol.-dyn.	275 119	710 178	830 177	375 141	272 324	130 232	2592 172	3328	32,5
1 9 7 1		ab 5.					-27.		
Fruchtfolge	214 100	869 100	805 100	986 100	788 100	69 100	4052 100		
Mono Stroh düng.	298 138	784 90	763 95	798 90	767 97	199 289	3942 97	1962	-
" biol.-dyn.	357 167	834 96	773 96	834 94	847 107	153 222	4200 103	2380	6,2
1 9 7 2		ab 11.					-31.		
Fruchtfolge	72 100	351 100	547 100	432 100	177 100	32 100	1771 100		
Mono Stroh düng.	121 168	357 102	580 106	641 148	251 142	392 245	143 447	2485 140	23,3
" biol.-dyn.	51 71	359 102	683 125	666 154	289 163	322 201	138 431	2508 142	29,2

Substanz abgebaut, wie über die organische Düngung, einschließlich Gründüngung zugeführt wurde. Berücksichtigt man, daß bei der vorliegenden Düngungsintensität über Wurzel- und Stoppelrückstände ca. 20 dz/ha organische Substanz auf dem Acker verbleiben, ist die Humusbilanz nur noch schwach negativ, während sie in der Fruchtfolge mit einem erheblichen Defizit abschließt. Auch wenn der Abbau nicht in jedem Jahr die genannte Größenordnung erreicht, muß sie auf die Dauer zu einer nachweisbaren Abnahme des Humuskapitals im Boden führen. In Tabelle 23 wird dieser Trend sichtbar. In organisch gedüngten Monovarianten bleibt er wegen der ausreichenden Zufuhr organischer Substanz aus und unterliegt lediglich der bekannten Jahresschwankung.

Vergleicht man zunächst die Atmungskurven der Mono-Strohdüngung mit denen der Fruchtfolge, so liegen die Werte der letzteren 1970 und 1971 bis Ende Juli rund 10 % über denen der Strohdüngungsvariante, um dann erwartungsgemäß etwa ab Herbstanlage deutlich unter diese abzufallen. Diese Tatsache ist sicherlich auf die intensivere Bodenbearbeitung durch die Sommerfurche und die Zufuhr der Stroh- einschließlich Gründüngung zurückzuführen. 1972 fallen die Atmungswerte der Fruchtfolge, die bis Ende Juni mit der Strohmulchvariante identisch sind, bereits ab diesem Zeitpunkt erheblich ab, was durch das Auslaufen der Stallmistnachwirkung zu Zuckerrüben erklärbar wäre.

Die mit biologisch-dynamisch präpariertem Stallmist gedüngte Variante unterscheidet sich mit Ausnahme des Jahres 1971 bis zur Herbstanlage recht positiv von den anderen Varianten. Hierbei wäre allerdings zu berücksichtigen, daß für die Jahre 1969/70 mit 400 dz/ha erhebliche Stallmismengen zugeführt wurden, die erst für 1971 und die Folgejahre um die Hälfte reduziert wurden. Ferner dürfte für die erhöhten Abbauraten die Qualität der zugeführten organischen Substanz, hier das engere C : N-Verhältnis des Stallmists die erhöhte Abbauintensität mitbestimmen. Wenn nach der Herbstanlage die biologisch-dynamische Stallmistvariante unter die Atmungswerte der Strohparzelle abfällt, so liegt dies an der Technik der Einarbeitung. Während der Stallmist mit der Sommerfurche direkt eingepflügt und konzentriert im Furchensohlenbereich zu liegen kommt, folgt der Strohecke zunächst ein intensives Einmulchen mittels der Fräse zusammen mit dem N-Ausgleich, die trotz nachfolgender Pflugfurche eine relativ gleichmäßige Verteilung über den gesamten Krumenbereich ermöglicht und damit die Abbaubedingungen wesentlich verbessert.

Entscheidend für die allgemeine Beurteilung der hier vorliegenden Bewirtschaftungsformen ist demnach die Abbauintensität. Sie kann aber immer nur dann positiv bewertet werden, wenn stets so viel organische Substanz zugeführt wird, wie der Abbaurate entspricht, ein Vorgang demnach, den wir bei ausgeglichener bzw. positiver Bilanz als "Umsatz" bezeichnen. Wie das Jahr 1970 zeigt, ist auch auf

der konventionell bewirtschafteten Fläche die Abbaurate sehr hoch, und isoliert betrachtet, zunächst positiv zu bewerten. Die Frage, die sich hier jedoch stets anschließen muß, ist die, ob die organische Bewirtschaftung im heutigen modernen Pflanzenbau ausreicht, auf lange Sicht gesehen, einen Humusabbau ohne Ersatz von außen zu vermeiden. Die C-Bilanz in Tabelle 20 macht deutlich, daß nicht nur die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise, sondern auch die konventionelle Bewirtschaftung, wenn sie nach den Kenntnissen der Abbauvorgänge im Boden betrieben wird, zu dem geforderten "Umsatz" führt.

Als Nachweis der biologischen Aktivität kann man auch die Belebung des Bodens durch Regenwürmer heranziehen (FINCK 1952). Die bodenbiologische Bedeutung der Regenwürmer liegt u.a. nach PALISSA (1964) in folgenden Eigenschaften bzw. Leistungen:

1. Zersetzungsleistung beim Abbau der organischen Substanz
2. Fixierung N-haltiger Stoffe im Körper
3. Bildung von Ton-Humuskomplexen
4. Erhaltung und Verbesserung der Krümelstruktur
5. Durchmischung und Auflockerung
6. Verbesserung der Durchlüftung und Wasserführung

Da sich die Regenwürmer zur Zeit der Ernte aus der warmen und ausgetrockneten Krume in tiefere Bodenschichten zurückziehen (ZICZI 1958), diente als Kriterium die Zahl der Regenwurmgänge pro

Flächeneinheit, bei den hiesigen Untersuchungen 0,5 qm x 4 Wiederholungen in 15 cm Bodentiefe. Die Ergebnisse werden in absoluten Zahlen je m² und relativ zur Kontrolle in Tabelle 21 mitgeteilt und zeigen von 1970 - 1972 in allen Varianten eine Zunahme der Regenwurmtätigkeit.

Tabelle 21: Winterweizen in Fruchtfolge und Monokultur Rauisch-Holzhausen 1970 - 1972

Regenwurmgänge/m² nach Ernte in 15 cm Tiefe (N₂)

Var.	Fruchtfolge		Monokultur			
			Strohdüng.		biol.-dyn.	
	abs.	rel.	abs.	rel.	abs.	rel.
1970	288	100	140	49	506	176
1971	351	100	483	138	545	155
1972	390	100	500	128	676	173

Da sie auf allen Flächen gleichzeitig anzutreffen ist, dürfte eine unmittelbare Beziehung zur Jahreswitterung bestehen, desgleichen aber auch ein Einfluß der regelmäßigen Zufuhr organischer Düngung. Die Zahl der Regenwurmgänge in Mono-Strohdüngung lag 1970 noch bei rund 50 %, in den darauffolgenden Jahren bereits bei 130 % gegenüber der Kontrolle. Sie stieg im dritten Jahr auf 500

Gänge/m² an. Auf der biologisch-dynamischen Monokultur ist bereits nach dem zweiten Versuchsjahr eine Zunahme der Regenwurmgänge um zwei Drittel der Kontrolle zu beobachten. Diese relative Größenordnung wird in den Folgejahren beibehalten, wobei durch den allgemeinen Jahrestrend die Zahl der Regenwurmgänge von 506 1970 auf 676/m² in 1972 ansteigt.

4.1.4.4. Veränderungen physikalischer Kenngrößen im Boden und der Nährstoffe

Als Kriterien dienen die mittels Steckzylinder erfaßten Bodenvolumina, nach der Rammsonde (v. BOGUSLAWSKI/LENZ) ermittelten Bodenwiderstandswerte und die nach der Wassertauchmethode (CZERATZKI) gewonnene Krümelstabilität. Alle diese Größen stehen in einem unmittelbaren Zusammenhang miteinander und sind in der Lage, Hinweise auf verschiedene Bewirtschaftungssysteme zu geben.

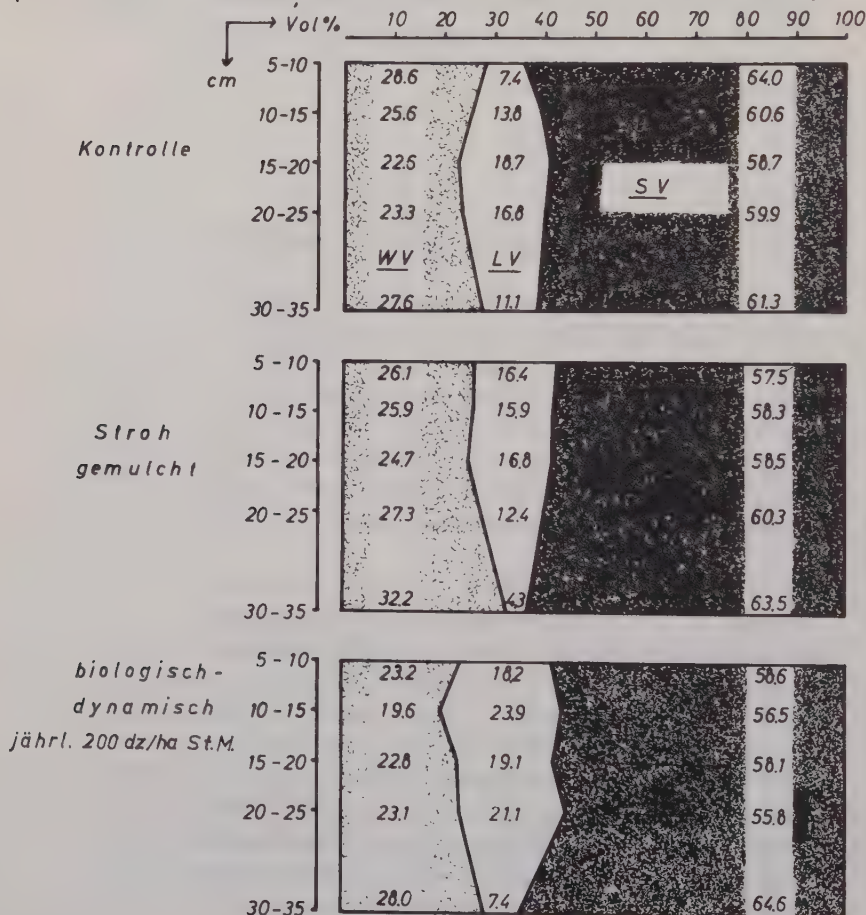
Die Volumenverteilung von Wasser, Luft und Bodensubstanz bis 35 cm Bodentiefe wird in Abbildung 13 aufgezeigt. Die organisch behandelten Monovarianten unterscheiden sich hierbei von der Fruchtfolge zunächst durch ein größeres Luftvolumen in der oberflächennahen Schicht von 5 - 10 cm. Dieser Auflockerungseffekt läßt sich auf der biologisch-dynamisch behandelten Fläche auch mit zunehmender Krumentiefe verfolgen und beruht nicht nur auf niedrigen Wassergehalten, sondern im gleichen Maße auf einem Rückgang des Substanzvolumens. Dieser

Winterweizen in Fruchtfolge und Monokultur

Abb.: 13 Rauisch-Holzhausen 1971

3. Versuchsjahr nach Ernte

(SV = Substanzvolumen ; WV = Wasservolumen LV = Luftvolumen)



Effekt dürfte einmal unmittelbar Folge der kontinuierlichen Substanzzufuhr sein, nach Untersuchungen von PALISSA (1964) auch der durch erhöhte Aktivität bzw. Zunahme der Regenwürmer.

Der Bodenwiderstand wurde mittels Rammsonde als Ausdruck der Stabilität des Bodengefüges bzw. Bodenverbandes gemessen (siehe Abbildung 14). 1970 konnten auf der Kontrollvariante deutlich höhere Widerstandseinheiten festgestellt werden als auf der Sommerfurche. Mono-biologisch-dynamisch nimmt dabei eine Mittelstellung zwischen der Kontrolle und der Strohmulchvariante ein. Die im Mai 1971 wiederholten Messungen ergaben in der Krumenschicht ein ähnliches Bild. Auch die im Juni 1971 und Juli 1972 vorgenommenen Widerstandsmessungen zeigen die bekannte Beziehung zwischen den Varianten, wenn auch nicht über die gesamte untersuchte Tiefe von 30 cm. Somit zeigt die Rammsonde, die sehr empfindlich auf Veränderungen im Bodengefüge reagiert, auch die Bodenauflockerung an, wie sie bei der Gegenüberstellung der Bodenvolumina in der begrünten Sommerfurche durch die Zunahme des Luftvolumens bei gleichzeitiger Einschränkung des Substanzvolumens experimentell nachgewiesen werden konnte.

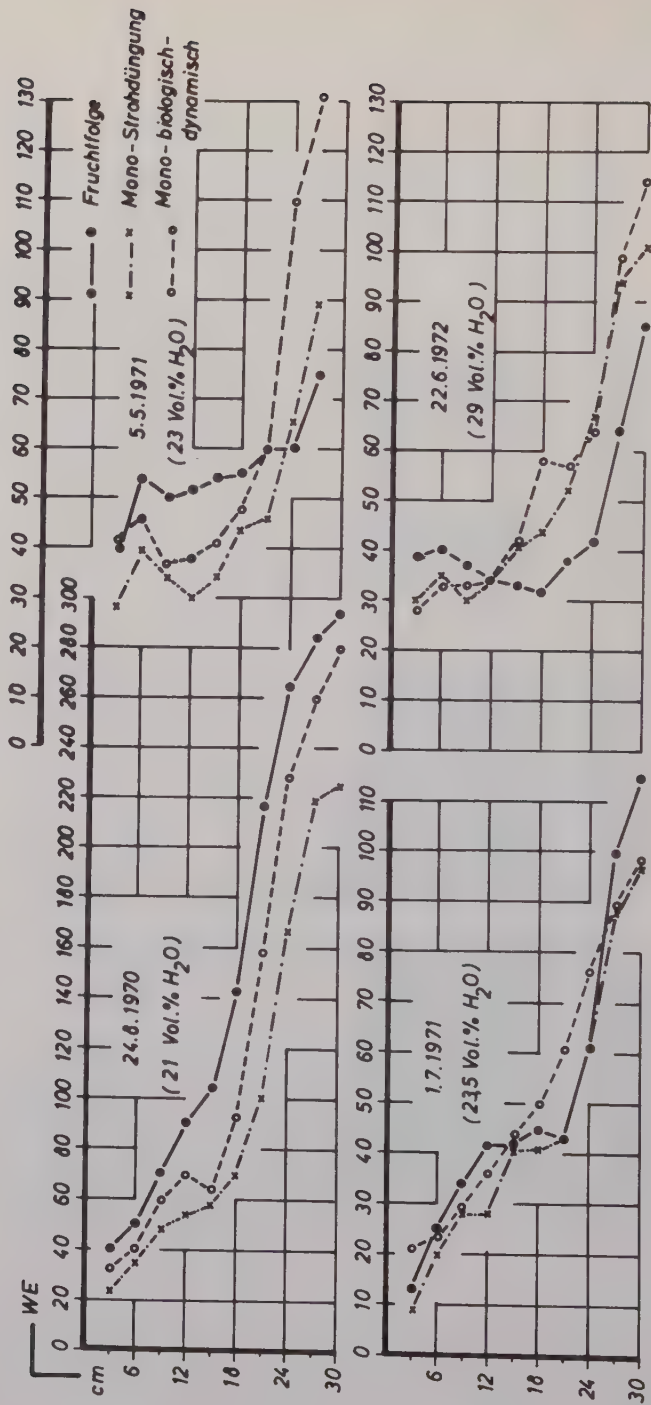
Als ein Ausdruck bodenbiologischer Aktivität kann die Stabilität der Bodenkrümel auf mechanische Belastung durch Wasser (CZERATZKI 1957) gewertet werden. ZADRAZIL (1971) konnte nachweisen, daß die Mikroorganismenaktivität im Boden maßgeblichen Einfluß auf die Krümelstabilität nimmt. Der

Winterweizen in Fruchtfolge und Monokultur

Abb.: 14

Rauisch-Holzhausen 1970-72

Bodenwiderstandsmessung mittels der Ramsonde



relative Anteil der einzelnen Krümelfraktionen, die aus den nach der Ernte gezogenen Bodenproben ermittelt wurden, sind in folgender Tabelle 22 mitgeteilt.

Tabelle 22: Winterweizen in Fruchtfolge und Monokultur Rauisch-Holzhausen 1971

Krümelstabilität nach CZERATZKI

Krümel	> 5 mm	> 2 mm	> 1 mm	> 0,25mm	< 0,25mm
Fruchtfolge	8,98	4,54	2,62	33,30	50,66
Mono-Strohdg.	19,84	7,82	3,68	34,92	33,74
Mono-biol.-dyn.	15,46	4,70	2,88	35,88	41,08
Entnahme:	12.8.1971				

Nach ihnen konnte im vorliegenden Fall die positive Wirkung der mit Stallmist und Strohdüngung kombinierten Gründüngung auf die biologisch Aktivität durch die erhöhte Stabilität der Bodenkrümel belegt werden. Ist der Anteil der stabilen

Fraktion > 5 mm bei Mono-Strohdüngung mit 19,8 % und Mono-biologisch-dynamischer mit 15,5 % gegenüber der Kontrolle mit 9 % rund doppelt so groß, läßt der Einfluß der organischen Varianten in den Fraktionen > 2 mm, > 1 mm, > 0,25 mm sukzessive nach. Erfahrungsgemäß haben aber diese Fraktionen eine geringere Wirkung auf die Stabilität des Bodengefüges und des Bodenverbandes.

Die Nährstoffgehalte im Boden sind für die Untersuchungsjahre 1968 bis 1972 mit Ausnahme der Herbstwerte 1969 i.M. der N-Stufen in mg/100 g Boden in Tabelle 23 wiedergegeben. Sie entsprechen vor Anlage Herbst 1968 den üblichen Werten des Standortes. Zunächst soll hier die Entwicklung der Kontrolle untersucht werden. So verringern sich die C- und N-Gehalte bis 1972 geringfügig, während der K_2O -Wert zunächst höher liegt, dann aber wieder leicht fällt. P_2O_5 bleibt fast auf dem gleichen Niveau von rund 21 mg. Auch in der Strohmulchvariante fallen die C-Werte ab und liegen 1972 mit 867 um 86 mg knapp über der Kontrolle. K_2O steigt hier von 22 auf 30 mg, wogegen P_2O_5 auf dem Niveau der Kontrolle bleibt. Für die biologisch-dynamisch behandelte Variante ergibt sich bei allen untersuchten Werten eine deutlich positive Entwicklung, die bereits 1971 als auch 1972 das Niveau von 109 mg N, 45 mg K_2O , 35 mg P_2O_5 erreicht. Das bedeutet eine Zunahme von 6 mg N, ca. 100 mg C, 23 mg K_2O , und 15 bis 20 mg P_2O_5 in 100 mg Boden. Sie beruht vorwiegend auf den mit Stallmist zugeführten Nährstoffen, wobei die Erhöhung des Phosphor mit auf den sogenannten "Humateffekt" zurückgeführt werden kann. Danach werden

festgelegte Phosphate durch Mikroorganismen-tätigkeit wieder pflanzenverfügbar und durch Chelatbildung vor Wiederfestlegung bewahrt. Die pH-Werte aller Varianten lagen mit rund 6,1 bis 1971 auf etwa gleichem Niveau. Eine einheitliche Düngung von 20 dz/ha CaO im Herbst 1971 wirkte sich offensichtlich nur in den organisch gedüngten Varianten positiv auf die Bodenreaktion aus, wobei Stallmist - Gründüngung mit pH 6,8 besser beurteilt werden muß als Stroh - Gründüngung.

Tabelle 23: Winterweizen in Fruchtfolge und Monokultur Rauisch - Holzhausen 1969 - 1972

Nährstoffe in mg/100 g Boden (N₁ - N₃)

Variante		C	N	C:N	K ₂ O	P ₂ O ₅	pH(KCl)
Vor Anlage Herbst 1968		953	103	9,30	22,2	19,4	5,81
Fruchtfolge	" 1970	934	106	8,82	27,0	21,4	6,15
	" 1971	835	98	8,54	25,3	22,7	5,79
	" 1972	781	91	8,57	24,1	20,8	6,08
Mono-Strohdg.	" 1970	985	106	9,28	25,3	19,9	5,97
	" 1971	871	102	8,53	28,0	22,9	6,05
	" 1972	867	91	9,54	29,8	19,0	6,33
Mono-biol.-dyn.	" 1970	1037	111	9,37	38,3	28,5	6,28
	" 1971	977	109	8,96	45,1	34,5	6,30
	" 1972	1116	109	10,20	45,6	34,4	6,81

4.2. Kieselemulsion und Ertragsbildung

Zur Klärung der Frage nach der spezifischen Wirkung des aus Quarzmehl hergestellten "Kieselpräparats" sollten die nachfolgenden 1970 und 1971 durchgeführten Versuche zu Sommergerste, Hafer, Sommerweizen und Kartoffeln dienen. Hierbei wurde dem möglichen Einfluß von Anwendungszeitpunkt und -häufigkeit Rechnung getragen. Bei den Beschattungsversuchen wurde zusätzlich der Effekt des Präparats bei verminderter Lichteinwirkung geprüft. Damit die Leistung besser beurteilt werden kann, wurde dieser Ertragsfaktor gemindert, um die Voraussetzung für eine Kompensationswirkung zu schaffen.

4.2.1. Beschattungsversuch 1970 zu Sommergerste

Für eine umfassendere Aussage über die Wirkung der Kieselanwendung wurde sowohl bei dem vorliegenden Versuch als auch im nachfolgenden Haferexperiment mit Variante I eine organische Düngung über 30 N Oscorna, mit III eine mineralische Düngung über 30 N als KAS und mit Variante II eine Variante ohne jegliche Zudüngung geschaffen.

Das Ertragsniveau mit rund 46 dz/ha ATM Korn in den unbeschatteten Varianten ist für den Standort als gut zu bezeichnen. Durch Einschränken der Lichtintensität um 35 % - 50 % (je nach Bewölkungsgrad) blieben die Erträge mit rund 29 dz/ha wesentlich

Tabelle 24

Licht-Schattenversuch zu Sommergerste
Rauisch - Holzhausen 1970
Erträge und Ertragskomponenten

Variante	Korn	Stroh	Gesamt	KD	BD	BF	TKG	Kz/Ä	EG
<u>A = Beschattet**</u>									
I 30 N (Oskorna)	1 mit Kiesel	26,8	41,7	68,5	393	480	1,22	28,7	19,2
	2 ohne "	26,8	40,2	67,0	372	438	1,17	28,2	21,6
II ----	1	30,3*	38,6	68,9	380	512	1,34	28,8	20,4
	2	27,6	46,2	73,8	360	462	1,28	28,5	20,7
III 30 N (KAS)	1	35,4*	47,8	83,2*	372	516	1,38	29,8	22,8
	2	27,4	43,9	71,3	380	516	1,35	28,0	18,9
<u>B = Unbeschattet</u>									
I	1	47,4	53,5	100,9	370	588	1,58	35,6	22,5
	2	47,3	52,6	99,9	376	612	1,62	33,7	22,8
II	1	45,7	56,9*	102,6*	360	498	1,38	35,2	25,8
	2	43,4	49,2	92,6	366	444	1,21	34,0	28,5
III	1	47,6*	56,6	104,2*	390	696	1,78	39,2	17,4
	2	41,7	52,5	94,2	380	594	1,56	37,5	18,7

* > 10 % gegenüber 2; ** Beschattungseffekt 35-50 %

lich darunter. Das entspricht einer relativen Ertragsminderung von 37 %. Bei den Stroherträgen ist ein ähnlicher Beschattungseffekt nachweisbar, der mit 9,5 dz/ha eine Größenordnung von 20 % besitzt. Die Ertragsunterschiede beruhen nach Tabelle 24 sowohl auf einer unterschiedlichen Bestandsbildung mit in "unbeschattet" rund 570 und in "beschattet" rund 490 ährentragenden Halmen/m², bedingt durch die differenzierte Bestockung von 1,52 bzw. 1,29, als auch auf dem mit ca. 36 und 29 g unterschiedlichen Tausendkorngewicht.

Untersucht man nunmehr die Leistung des Kieselpräparats in Abhängigkeit von der Lichtintensität, ergibt sich aus dem Mittel der Varianten I - III bei "unbeschattet" eine Steigerung von 6 % bei Korn und 8 % bei Stroh, bei "beschattet" eine solche von 13 bzw. 10 %. Schließt man aus der Mittelbildung die Oscornavariante I aus, weil hier das Kieselpräparat eigenartigerweise nicht anspricht, wird der Leistungsanstieg nach Kiesel noch deutlicher. "Unbeschattet" stehen mit 110 % bzw. 112 %, "beschattet" 120 % für Korn bzw. 117 % für Stroh gegenüber. Hierbei war in der mineralisch gedüngten Variante III mit einer Größenordnung von rund 6 - 8 dz bei Korn und ca. 4 dz bei Stroh der Kieseleinfluß am größten. Auch auf der ungedüngten Fläche in II konnte ein positiver Einfluß mit rund 2,5 dz nachgewiesen werden, wobei jedoch die Stroherträge in "beschattet" mit 7,6 dz negativ in "unbeschattet" dagegen um die

gleiche Größe positiv reagierten. Die Kieselwirkung kann nach Tabelle 24 auf einer Verbesserung der Ertragskomponenten Bestockungsfaktor und TKG zurückgeführt werden. Das TKG wurde im Durchschnitt der Varianten II und III bei "beschattet" von 28,3 auf 29,3 g und bei "unbeschattet" von 35,7 auf 37,2 g angehoben; der Bestockungsfaktor bei "beschattet" von 1,31 auf 1,36 und bei "unbeschattet" von 1,38 auf 1,58

Die im Anhang 9 mitgeteilten Nährstoffgehalte lassen ebenfalls einen Einfluß der Kieselbehandlung erkennen. So wurde der N-Gehalt mit einer Ausnahme im Korn erhöht, während die K-Gehalte generell abnehmen. Für P läßt sich keine Tendenz ablesen. Mg steigt mit der Kieselspritzung bei "beschattet" an und verhält sich bei "unbeschattet" umgekehrt. Von den Nährstoffen im Stroh scheinen nur K und P einem Einfluß zu unterliegen. K wird bei "beschattet" negativ und bei "unbeschattet" positiv beeinflusst. P nimmt dagegen in allen Fällen ab. Erwartungsgemäß liegen alle Nährstoffgehalte bei Beschattung höher, was auf die geringere Ertragsbildung zurückgeführt werden muß.

4.2.2. Beschattungsversuch zu Hafer

In Erweiterung der vorjährigen Versuchsreihe zu Sommergerste wurde neben der Beschattung als

Tabelle 25

Licht-Schattenversuch zu Hafer
Rauisch - Holzhausen 1971
Erträge und Ertragskomponenten

Variante	Korn	Stroh	Gesamt	KD	BD	BF	TKG	Kz/R	EG	
<u>A = Beschattet**</u>										
I 30 N (Oskorna)	1 mit Kiesel	27,9*	56,0	83,9	390	452	1,16	26,8	22,8	0,61
	2 ohne "	24,1	69,1	93,2	378	398	1,07	26,7	22,5	0,60
II ----	1	29,4*	67,3*	96,7*	392	408	1,04	29,5	24,4	0,72
	2	26,4	62,0	88,4	396	416	1,05	27,0	23,3	0,63
III 30 N (KAS)	1	29,7*	75,0*	104,7*	410	484	1,18	29,0	21,0	0,61
	2	25,7	61,9	87,6	408	428	1,05	26,5	22,6	0,60
IV 30 N (KAS)	1	29,2*	68,2	97,4	310	388	1,25	25,7	29,2	0,75
	Aussaat 14 Tage später	25,9	63,9	89,8	306	362	1,18	25,3	28,0	0,71
<u>B = Unbeschattet</u>										
I	1	54,3	66,8	121,1	408	461	1,13	33,8	34,6	1,17
	2	50,2	72,3	122,5	384	438	1,14	31,3	36,4	1,14
II	1	57,5*	78,6*	136,1*	380	486	1,28	31,2	37,8	1,18
	2	50,2	70,3	120,5	384	392	1,02	32,5	39,4	1,28
III	1	50,9*	82,3	133,2	420	448	1,07	31,2	36,2	1,13
	2	45,7	80,2	125,9	400	412	1,03	29,3	37,6	1,10
IV	1	55,1	97,1	152,2	280	412	1,42	28,7	46,4	1,33
	2	50,6	92,9	143,5	282	400	1,42	28,0	45,0	1,26

* > 10 % gegenüber 2; ** Beschattungseffekt 35-50 %

weiterer einschränkender Ertragsfaktor eine um 14 Tage verspätete Aussaat hinzugenommen.

Die nach Tabelle 25 überdurchschnittliche Ertragslage in den unbeschatteten Varianten mit rund 52 dz/ha ATM Korn wird durch die Beschattung weit stärker beeinträchtigt als im Vorjahr zu Sommergerste. Der Ertragsabfall von ca. 25 dz/ha entspricht mit 47 % fast der Hälfte des Ausgangsniveaus. Die Ertragsminderung bei Stroh von 15 dz ist mit rund 20 % dem Vorjahresergebnis vergleichbar. Im Gegensatz zu Sommergerste beruht bei Hafer der Beschattungseffekt nicht auf einer schlechteren Bestockung, sondern vielmehr auf einem mit durchschnittlich 27,1 g gegenüber 30,1 g verringerten Tausendkorngewicht und einer wesentlich kleineren Kornzahl je Rispe, die mit 24,2 zu 39,2 Körnern die dominierende Ertragskomponente darstellt. So beruht die Ertragsdepression durch die Einschränkung der Lichtintensität ausschließlich auf dem geringeren Einzelrispengewicht.

Für die Varianten I, II und III ergab sich bei einem Feldaufgang von 88 % nach Tabelle 25 eine annähernd gleiche Keimdichte von 395 Pflanzen je m². Bei einer um zwei Wochen späteren Aussaat in Variante IV ging diese auf 295 zurück, was aber durch eine bessere Bestockung und ein höheres Einzelrispengewicht, ausschließlich basierend auf einer gesicherten Zunahme der Kornzahl je Rispe, völlig kompensiert werden konnte.

Die zusätzliche Stickstoffdüngung von 30 N in I über Oscorna, in III und IV über KAS wurde nur bei den Stroherträgen in "unbeschattet" III, IV wirksam, wobei bei der späteren Aussaat ein positiver Saatzeiteffekt beobachtet wird, der sich in einem um 14 dz/ha höheren Strohertrag äußert.

Die Kieselanwendung wirkt sich sowohl bei "unbeschattet" als auch bei "beschattet" mit einer durchschnittlichen Ertragssteigerung von rund 4 dz Korn aus, die jedoch bei "beschattet" wegen des geringeren Ertragsniveaus mit 14 % naturgemäß relativ günstiger zu beurteilen ist gegenüber "unbeschattet" mit 11 %. Eine Abhängigkeit von der Düngung kann bei Korn nicht gefunden werden. Die Stroherträge reagieren insofern unterschiedlich, als sie i.M. der Varianten II - IV bei "unbeschattet" mit Kiesel um 4,9 dz = 6 %, bei "beschattet" um 7,6 dz = 12 % zunehmen. Dagegen werden sie in Variante I bei organischer N-Düngung über Oscorna ohne Beschattung um 5,5 und mit Beschattung um 13.1 dz reduziert.

Wie im Vorjahr müssen die durch die Kieselanwendung höheren Erträge fast ausschließlich auf eine mit 1,19 gegenüber 1,12 besseren Bestockung und auf ein um durchschnittlich 1,2 g höheres TKG zurückgeführt werden.

Für die Nährstoffgehalte ergibt sich bei Hafer in guter Vergleichbarkeit zum Vorjahr nach An-

hang 10 in sieben von acht Fällen eine deutliche Zunahme von Gesamt-N "mit Kiesel" in der Kornfraktion und bei Stroh eine generelle Abnahme der P-Gehalte. Die übrigen Nährstoffe scheinen keinem Einfluß zu unterliegen. Entsprechend dem Vorjahr sind die Nährstoffgehalte bei Beschattung auf Grund der geringeren Ertragsbildung durchweg höher.

4.2.3. Kieselemulsion zu Sommerweizen 1970 und 1971

In Erweiterung des Versuches "Gimberg", in dem das Kieselpräparat in Abhängigkeit von der Intensität der Düngung geprüft wurde, ging es bei der Versuchsanstellung "Lehmkaute a)" darum, die Kieselemulsion in der Häufigkeit ihrer Applizierung und Abhängigkeit des Anwendungszeitpunktes einer Testung zu unterziehen. Der Versuch "Gimberg" hatte ergeben, daß dem Kieselpräparat grundsätzlich eine positive Wirkung zuzusprechen ist, wobei dieselbe in beiden Erntefractionen zu finden ist. Auch war die Wirkung auf der ausschließlich mineralisch gedüngten Fläche höher als dort, wo Stallmist und Hühnerdung zugeführt wurden. Hierbei gelangte man zu der interessanten Feststellung, daß die Wirkung umso stärker nachläßt, je höher der Aufwand an organischem Dünger ist. Dieser Hinweis findet seine Bestätigung letzten Endes in der hier zu behandelnden Versuchsanstellung zu Sommerweizen, als der posi-

Tabelle 26

Kieselemulsion und Kuhmistpräparat zu Sommerweizen
 Erträge in dz/ha ATM und Ertragskomponenten

V a r i a n t e	Korn	Stroh	Gesamt	KD	BD	BF	TKG	EÄG	Kz/Ä	K : S
1970 zu Opal										
1 unbehandelt	35,8 + 1,49	31,9 1,05	67,7 1,73	391	435	1,11	36,5	0,82	22,5	1 : 0,89
2 Kieselpräp. 3x	37,1 + 0,90	34,8* 0,45	71,9* 1,05	381	478	1,25	38,7	0,78	20,2	1 : 0,94
3 Kieselpräp. 6x	38,0* + 0,60	33,4 0,45	71,4 0,87	359	426	1,19	38,4	0,89	23,2	1 : 0,88
4 Kieselpräp. 3x mit Kuhmistpräp.	34,1 + 0,69	34,6 0,50	68,7 0,85	315	401	1,27	35,7	0,85	23,8	1 : 1,07
5 Kieselpräp. 3x* + "Sattlerpräp."	36,1 + 0,28	33,7 0,60	69,8 0,54	369	481	1,30	36,0	0,75	20,8	1 : 0,93
1971 zu Kolibri										
1 unbehandelt	45,9 + 1,83	48,9 1,23	94,8 3,02	297	402	1,35	43,8	1,14	26,0	1 : 1,06
2 Kieselpräp. 4x im Frucht-T. früh	45,2 + 1,97	56,6* 1,18	101,8* 2,28	303	420	1,39	43,0	1,07	24,9	1 : 1,25
3 Kieselpräp. 4x im Frucht-T. abends	45,9 + 1,24	51,7 1,59	97,6 1,73	321	423	1,32	42,5	1,08	25,4	1 : 1,12
4 Kieselpräp. 4x im Wurzel-T. früh	46,8* + 0,70	52,2 0,77	99,0 0,96	297	417	1,40	44,3	1,07	24,2	1 : 1,11
5 Kieselpräp. 4x im Wurzel-T. abends	44,5 + 1,45	47,8 0,90	92,3 2,18	318	438	1,38	44,0	1,01	23,0	1 : 1,07

* Pasaalmehl mit wässrigen Pflanzenauszügen als Blattspritzung zur Erhöhung des Klebergehalts.

tive Ertragseffekt nach Kiesel zwar vorhanden, aber nach Tabelle 26 mit 4 % - 6 % eben so schwach ausdifferenziert ist. Der Zusatz von "Kuhdungpräparat" und "Sattlerpräparat" führte zu keiner weiteren Steigerung. Vielmehr liegt die Vermutung nahe, daß sie eher vermindert als unterstützt wird. Die gleiche Erscheinung konnte auf dem Versuch "Gimberg" zu Zuckerrüben beobachtet werden. Nach Tabelle 26 läßt sich der Einfluß der Kieselanwendung in einem höheren Bestockungsfaktor als auch in einem höheren TKG nachweisen.

Im zweiten Versuchsjahr 1971 wurde ausgehend von einer viermaligen Spritzung lediglich der Spritzzeitpunkt variiert, indem zwischen Früh- und Abendspritzung im s.g. Frucht- und Wurzel-Trigon unterschieden wurde. Bei einer durchschnittlichen Ertragsleistung von 45 - 46 dz/ha ATM Korn dieses mit "Kolibri" durchgeführten Versuchs, blieben Unterschiede in den Kornerträgen vollkommen aus (siehe Tabelle 26). So findet sich auch hier wieder die Bestätigung der bereits mehrmals getroffenen Aussage, daß mit ansteigendem Ertragsniveau die Wirkung der Präparate zurückgeht und im vorliegenden Falle gänzlich ausbleibt. Die organische Versorgung des Standortes ist mit 500 dz/ha Stallmist für das Experiment 1970 zu "Opal" und 200 dz im Folgejahr zu "Kolibri" als sehr gut zu bezeichnen und Ursache für das o.g. Verhalten. Lediglich bei den Stroherträgen zeigt das Kieselpräparat noch eine Wirkung, wobei die viermalige

Frühspritzung im Frucht-Trigon (Variante 2) mit 56,6 dz einen gesicherten Mehrertrag bringt. Variante 3 und 4 zeigen mit 6 % und 7 % die übliche Mehrleistung, während Variante 5 mit der viermaligen Abendspritzung im Wurzel-Trigon ohne Einfluß bleibt.

Bezüglich der Nährstoffgehalte ist nach Anhang 11 ein zwar geringer, aber allgemeiner Anstieg des Gesamt-N in der Kornfraktion durch die Kieselspritzungen festzustellen, wobei diese Beobachtung auch für die Strohfraktion zu "Opal" zutrifft. Für die übrigen Nährstoffe konnte hier keine sichere Beziehung gefunden werden.

4.2.4. Kieselemulsion zu Kartoffeln 1970 und 1972

Nach Tabelle 27 konnte 1970 zu "Wanda" weder das Kieselpräparat noch die Kombination Kiesel-Kuhdungpräparat (zusammengerührt) als Blatt-spritzung die Knollenerträge positiv beeinflussen. Gegenüber Variante 1 (unbehandelt) blieben die Varianten 2 - 5 vielmehr l.M. um ca. 7 % zurück. Auch die Krauterträge reagierten leicht negativ auf die Kieselanwendung. Lediglich Variante 4, mit sechsmaliger Frühspritzung des Kiesel-Kuhdungpräparates, vermag mit 42,5 dz/ha den Ertrag gesichert anzuheben.

Tabelle 27

Kieselemulsion und Kuhmistpräparat zu Kartoffeln

Rauisch - Holzhausen

Erträge in dz/ha ATM und Qualitätsmerkmale

Variante	Knolle	Kraut	Gesamt	% Stärke- Sortierung in %		Koch- und Geschmacksprobe	
				Stärke	ertrag groß mittel klein		
<u>1970 zu Wanda</u>							
1 unbehandelt	87,6* + 2,40	32,0 4,49	119,6 5,08	17,0	67,4 1,86	67,7	30,3 2,0 nicht durchgeführt
2 Kieselpräp. 3x früh/3x abends	81,8 + 0,81	27,2 2,37	109,0 2,50	17,0	63,8 0,63	59,5	38,5 2,0
3 Kiesel-Kuhmist 3x früh/3x abends	81,0 + 1,88	28,2 1,40	109,2 2,34	16,1	58,4 1,35	61,0	36,7 2,3
4 Kiesel-Kuhmist früh	80,9 + 1,48	42,5* 2,99	123,4* 3,33	17,5	66,2 1,21	64,9	33,3 1,8
5 Kiesel-Kuhmist abends	81,8 + 0,88	30,5 4,00	112,3 4,09	17,2	62,3 0,67	67,4	30,8 1,8
<u>1971 zu Grata</u>							
1 Kiesel 2x früh/ 2x abends + Spruzit*	94,5 + 1,91	n.b.	n.b.	16,2	64,8 1,31	13,0	74,7 12,3 sehr mehlig, fällt außen ab, ausgeprägter Kern
2 Spruzit	92,2 + 1,57	"	"	16,6	67,4 1,15	12,5	77,4 10,1 länger kochend, fest, mit Kern
3 Kiesel wie 1 Käfer abgelesen	103,3* + 1,36	"	"	16,3	71,4 0,97	15,3	76,3 9,0 mehlig als 4, aber wohlschmeckender
4 Käfer abgelesen	92,5 + 1,33	"	"	16,5	65,5 0,94	12,1	77,3 10,6 länger kochend, fest mit Kern
5 Kiesel 4x abends + Spruzit	95,3 + 3,41	"	"	16,2	65,8 2,35	13,0	78,3 8,7 sehr mehlig

* pflanzliches Insektizid

Neben den Erträgen wurden nach Tabelle 27 auch einige Qualitätsmerkmale mitgeteilt. Rechnet man hierzu auch die Größensortierung, so ist bezüglich der Kieselanwendung eine gewisse Beeinflussung nachweisbar. So haben Variante 2 und 3 einen Anteil der mittleren Sortierung von durchschnittlich 37 % - 38 % gegenüber 30 % der Kontrolle = unbehandelt. Die Gegenüberstellung der Stärkegehalte läßt keine eindeutige Aussage zu. Im Vergleich zu den 17 % der Kontrolle wird in der Variante 4 und 5 der Gehalt leicht erhöht, in Variante 3 erniedrigt, während das reine Kieselpräparat in Variante 2 ohne Wirkung bleibt.

Da 1970 eine möglicherweise negative Wirkung des Kieselpräparates in Kombination mit einem pflanzlichen Insektizid "Spruzit", das gegen Kartoffelkäfer angewandt wurde, nicht auszuschließen war, zumal in einige praktischen Betrieben eine ähnliche Beobachtung gemacht wurde, sollte das Kieselpräparat 1971 zu "Grata" in Abhängigkeit von einer Spruzitanwendung geprüft werden. Die in Tabelle 27 mitgeteilten Erträge bringen keine Bestätigung dieser Vermutung. Bleiben die Vergleichsvarianten 2 und 4 in der gleichen Ertragsgruppe von 92 dz/ha ATM, fällt eine Gegenüberstellung der Kieselvarianten 1 und 3 zu Ungunsten der Spruzitbehandlung aus. Beide Vergleichsmöglichkeiten sind jedoch nicht ausreichend, der Spruzitbehandlung eine definitive Wirkung zuzuschreiben.

Was die Kieselanwendung anbetrifft, so läßt auch sie keine Aussage zu. Dabei muß wieder berücksichtigt werden, daß das Ertragsniveau von durchschnittlich 95 dz/ha ATM relativ hoch ist und mit der mineralischen Bewirtschaftung durchaus vergleichbar ist.

Die durchgeführte Koch- und Geschmacksprobe wies erhebliche Unterschiede auf. So wurde bei Kieselanwendung in den Varianten 1,3 und 5 die Kochzeit um durchschnittlich fünf Minuten (= 20 %) verkürzt. Zwischen den Varianten 2 (Spruzit) und 4 (Käfer ablesen) wurden keine Unterschiede nach Konsistenz und Geschmack gefunden. Am besten nach Kochfestigkeit und Geschmack wurde Variante 3 (Kiesel, Käfer ablesen) beurteilt.

Nach Anhang 12 wurden sowohl 1970 als auch 1971 die Gesamtstickstoffgehalte in der Knolle durch Kieselanwendung in allen Fällen erhöht. In der Krautfraktion sind die N-Gehalte durch Kieselanwendung dagegen erheblich reduziert. Bei den übrigen Nährstoffen bleiben wieder Unterschiede aus. Die geringfügig erhöhten Mg-Werte in der Knolle könnten die Ursache für die Geschmacksverbesserung gewesen sein.

4.2.5. Gefäßversuch zu Sommerweizen 1970/71

Der im Winter 1970/71 im klimatisierten Gewächshaus durchgeführte Versuch zu Sommerweizen "Opal"

Tabelle 28

Kieselemulsion zu Sommerweizen (Gefäßversuch)

Kauisch - Holzhausen 1970/71

Bruchmoment* in cmp und in % zu "unbehandelt" sowie Halmdurchmesser (ϕ) in mm $\pm$ $\bar{s}$

Präparate	1,0 g N/Gefäß als Hühnerdung			1,8 g N/Gefäß als Hühnerdung			1,0 g N/Gefäß als NH_4NO_3 **			1,8 g N/Gefäß als NH_4NO_3		
	cmp	%	ϕ	cmp	%	ϕ	cmp	%	ϕ	cmp	%	ϕ
1 unbehandelt	182,3 $\pm$ 16,1	100	2,49 0,05	180,3 15,3	100	2,53 0,02	197,5 8,6	100	2,59 0,04	180,8 18,1	100	2,57 0,03
2 Kieselemulsion 3x 0,01 %ig	$\pm$ 256,3 $\pm$ 15,3	141	2,76 0,07	261,0 13,9	145	2,73 0,05	282,3 15,3	143	2,74 0,04	290,3 12,3	161	2,72 0,04
3 Kieselemulsion 6x 0,01 %ig	$\pm$ 239,7 $\pm$ 8,5	131	2,60 0,02	230,0 16,0	128	2,65 0,07	293,7 26,2	149	2,62 0,02	271,7 5,6	150	2,89 0,01
4 Kieselemulsion mit Kuhmistpr. 3x	$\pm$ 213,5 $\pm$ 26,6	117		228,5 12,8	127							
5 Aqua dest. 3x	$\pm$ 199,3 $\pm$ 25,1	109		160,5 2,1	89							

Stroherträge in g ATM je Gefäß $\pm$ $\bar{s}$

1	$\pm$ 26,9 $\pm$ 0,46	100	45,5 0,46	46,4 0,72	100	53,6 0,74	100
2	$\pm$ 39,6 $\pm$ 0,46	107	49,4 0,58	48,2 0,49	104	58,9 0,69	110
3	$\pm$ 37,8 $\pm$ 0,49	103	48,4 0,67	51,6 0,98	111	56,3 0,69	105
4	$\pm$ 34,9 $\pm$ 0,58	95	45,3 0,30				
5	$\pm$ 36,7 $\pm$ 0,57	99	42,4 1,05				

* Mittelwerte aus 20 Messungen je Gefäß und 3 Wdhlg. ** + K_2O u. P_2O_5 entsprechend Hühnerdung

in Mitscherlich-Gefäßen sollte Aufschluß darüber geben, inwieweit sich die im Feldversuch gefundenen Auswirkungen durch das Kieselpräparat unter kontrollierten Bedingungen wiederholen lassen. Da durch einen technischen Fehler die Luftfeuchtigkeit in der Blütezeit so hoch war, daß die Pollensäckchen nicht platzten, war



Bild 1: Gefäßversuch zu Sommerweizen
links: unbehandelt, rechts: 3 x "Kiesel"

ein so geringer und unregelmäßiger Kornansatz zu verzeichnen, daß deshalb die Kornerträge nicht ausgewertet werden konnten. Besondere Aufmerksamkeit wurde daher der Strohfraktion gewidmet. So wurde vor Ernte mittels einer Mikrometerschraube der durchschnittliche Halmdurchmesser zwischen dem untersten und zweiten Knoten erfaßt und nach

Ernte die Halme nach der von HORN (1965) ausgearbeiteten Methode unmittelbar über dem untersten Knoten auf ihre Bruchfestigkeit geprüft. Die ermittelten Werte sind neben den Stroherträgen in Tabelle 28 in absoluten Zahlen und relativ zu "unbehandelt" wiedergegeben. Die Stroherträge der hohen organischen Düngungsstufe lagen etwa auf dem Niveau der niedrigen mineralischen Düngung. Die mit Kiesel behandelten Pflanzen zeichneten sich durch kräftigeren Wuchs aus, was auch in den um rund 7 % höheren Stroherträgen zum Ausdruck kam. Dabei war 3 x Kiesel günstiger zu beurteilen als 6 x sowie 3 x Kiesel mit Kuhdungpräparat (zusammengerührt). Der kräftigere Wuchs machte sich vor allem an den unteren Internodien bemerkbar, wie auf Bild Nr. 1 deutlich erkennbar ist. Die Vergrößerung des Halmquerschnitts durch das Kieselpräparat in Variante 2 von i.M. 7,5 % entspricht etwa den Mehrerträgen bei Stroh. Die Bruchfestigkeit wurde dagegen in größerem Umfang erhöht. Im Mittel durch 3 x Kiesel um 47 % und durch 6 x Kiesel um 39 %. Dabei ist die Wirkung in den mineralisch gedüngten Varianten etwas günstiger zu beurteilen als in den mit Hühnermist gedüngten. Kiesel mit Kuhmist wirkte sich nur geringfügig und nicht gesichert auf das Bruchmoment aus.

4.3. Saatzeitversuche

Bei den folgenden drei Versuchen sollte der Einfluß der Mondrhythmik im siderischen Monat (Rückkehr zu den gleichen Sternen im Tierkreis) = 27,32166 Tage und ihre Anwendbarkeit im Pflanzenbau überprüft werden. Unter "siderischer Mond" versteht man die Beziehung des Mondes zu den von der Erde aus gesehen hinter der Mondbahn erscheinenden Fixsternen. "Der Mond zieht bei seinem Gang um die Erde an zwölf verschiedenen Sternbildregionen vorbei und regt zwölf verschiedene Bildetendenzen in der Pflanz an, wenn unter diesen zwölf Aspekten (gemeint sind die Konstellationen) Bodenbearbeitung und Aussaat vorgenommen werden" (THUM 1973). Letztgenannte Autorin schreibt nach 20jährigen Anbauversuchen, daß der im Sinne eines biologischen Gleichgewichtes entwickelte fruchtbare Ackerboden die Fähigkeit hat, kosmische Wirkungen in sich aufzunehmen und diese Kräfte auf die Pflanze zu übertragen. Mit jeder Bewegung des Bodens, mit jeder Bodenbearbeitung entsteht ein neuer Einfluß; er wirkt am stärksten, wenn gleichzeitig das Samenkorn in die Erde gelegt wird. Die Gliederung der Pflanze in Wurzel, Sproß-Blatt, Blüte und Frucht findet sich wieder in der Einteilung der zwölf Sternbilder in vier Trigone, wie sie bereits in der Einleitung beschrieben wurde.

Bei den beiden Versuchen zu Getreide mußte sich nach dieser Hypothese das Frucht-Trigon, das

heißt die Aussaat und die Bodenbearbeitung dann, wenn der Mond vor den Sternbildern Schütze, Widder und Löwe steht, positiv auf den Kornertrag auswirken. Bei Möhren müßte das Wurzel-Trigon (Jungfrau, Steinbock, Stier) den Ertrag günstig beeinflussen, wie das bei allen Wurzelfrüchten (Kartoffeln, Rüben, Rote Beete u.a.) zu erwarten wäre. Der erste Saattermin wurde in jedem Versuch so gewählt, daß das jeweils zu erwartende günstige Trigon an letzte Stelle, das heißt an 4., 8. und 12. Position gesetzt wurde, damit ein möglicher Effekt leichter erkennbar würde.

4.3.1. Saatzeitversuch zu Sommergerste 1970

Der zu kühle und niederschlagsreiche Witterungsverlauf (vergleiche auch Abbildung 1) der ersten beiden Aprildekaden verzögerte die Frühjahrseinstellung, so daß die erste Saatzeit erst am 21.4. gedrillt wurde. Bei allen zwölf Saatzeiten konnten vergleichbare äußere Bodenbedingungen abgewartet werden, da für jede Saatzeit zwischen ein und vier Tage zur Verfügung stehen. Zudem fielen während dieser Zeit nur geringe Niederschläge, so daß eine Beeinträchtigung der Aussaat entfiel.

Die sonst als wenig spätsaatempfindlich bekannte Sommergerste reagierte allerdings bei so späten Aussaaten (letzte Aussaat: 14.5.) mit deutlichen Ertragsseinbußen (siehe Tabelle 29 und Abbildung 15),

Tabelle 29

Saatzeitenversuch zu Sommergerste

Rauisch - Holzhausen 1970

Erträge in dz/ha ATM und Ertragskomponenten

Saatzeit	Mond im Sternb.	Korn	Stroh Gesamt	KD	BD	BF	TKG	Kz/Ä	EÄG	Ko.: St.							
1	21.4.	Jungfrau	42,5	47,5	90,0	386	600	1,55	34,5	20,6	0,71	1 : 1,12					
2	22.4.	Waage	40,3	46,9	87,2	337	604	1,79	35,7	18,8	0,67	1 : 1,17					
3	23.4.	Skorpion	43,5	47,7*	91,2*	342	564	1,65	37,0	20,8	0,77	1 : 1,10					
4	27.4.	Schütze	45,0*	42,6	87,6	395	642	1,63	35,0	20,0	0,70	1 : 0,95					
5	28.4.	Steinbock	42,2	41,0	83,2	372	648	1,74	33,8	19,2	0,65	1 : 0,97					
6	30.4.	Wassermann	35,2	42,3	77,5	335	636	1,90	36,8	14,9	0,55	1 : 1,20					
7	4.5.	Fische	33,6	41,1	74,7	312	648	2,08	38,8	13,4	0,52	1 : 1,22					
8	5.5.	Widder	36,5	39,6	76,1	311	615	1,98	37,7	15,7	0,59	1 : 1,09					
9	6.5.	Stier	33,7	41,4	75,1	312	618	1,98	36,2	15,2	0,55	1 : 1,23					
10	9.5.	Zwilling	27,9	36,5	64,4	354	636	1,80	34,8	12,6	0,44	1 : 1,31					
11	12.5.	Krebs	20,2	35,1	55,3	258	618	2,40	35,0	9,4	0,33	1 : 1,74					
12	14.5.	Löwe	30,2	36,6	66,8	263	627	2,38	35,0	13,7	0,48	1 : 1,21					
Wurzel - Trigon(1,5,9)											357	622	1,76	34,8	18,3	0,64	1 : 1,11
Pflügen - Trigon(2,6,10)											342	625	1,83	35,8	15,4	0,55	1 : 1,23
Pflanz - Trigon(3,7,11)											304	610	2,01	36,9	14,5	0,54	1 : 1,35
Frucht - Trigon(4,8,12)											323	628	2,00	35,9	16,5	0,59	1 : 1,08

Bemerkung: "möglichst" (t größer 1,0) = 0; "befriedigend" 5% = **, "gut" 1% = ***, "sehr gut" 0,1% = ****

Signifikanz: "möglich" (t größer 1,0) = 0; "befriedigend" 5% = **, "gut" 1% = ***, "s.gut" 0,1% = ****

lin. Trend W.-Trigon Plätt.-Tr. Frucht-Tr.

Effekte in dz/ha ATM auf Korn:

-1,86**** -3,35° -6,50** -6,75** 5,50**

Effekte in % auf das Verhältnis Korn : Stroh: -2,30** -9,20° -16,30° -19,00** 15,30**

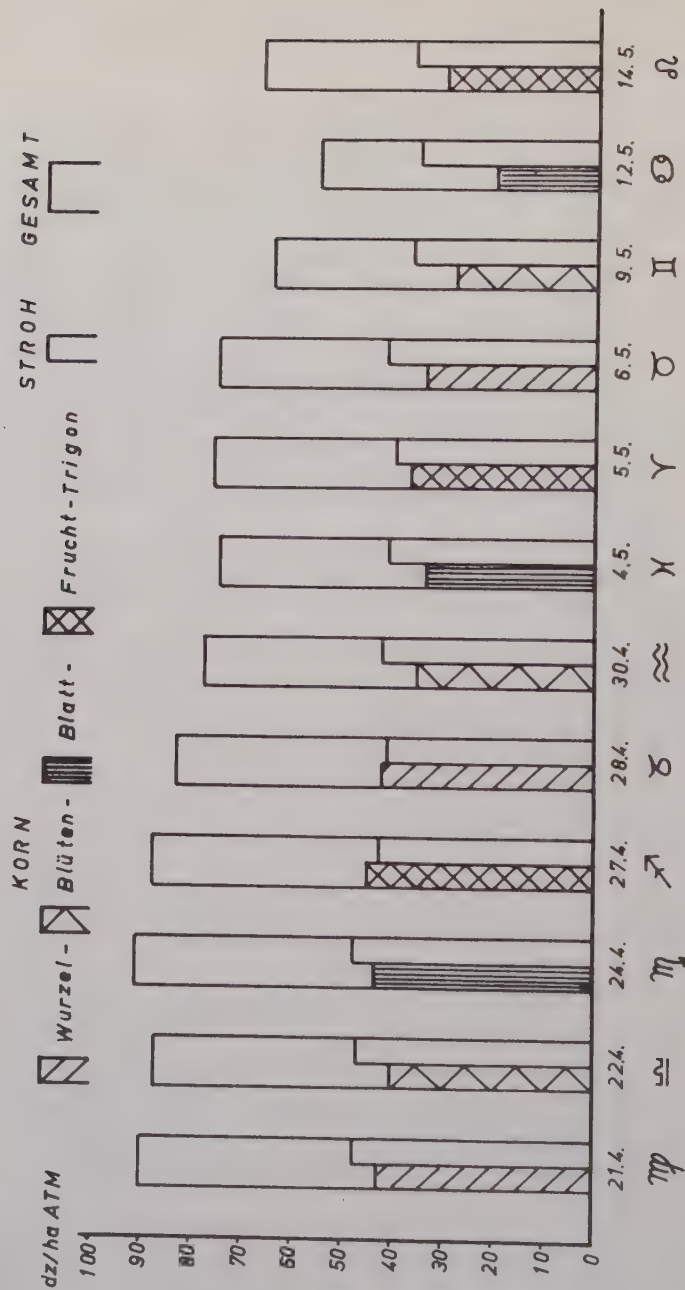
Die Effekte sind trendbereinigt. Das Frucht-Tr. ist auf das Mittel der übrig. Trig. bezogen.

Saatzeiten zu Sommergerste

(tiefe Bodenbearbeitung)

Raulsch-Holzhausen 1970

Abb.:15 Erträge in dz/ha ATM



die bei einer Ausgangsleistung von ca. 42 dz/ha ATM einen durchschnittlichen Ertragsabfall pro Saatzeit von 1,86 dz/ha Korn erbrachte, der in Tabelle 29 als linearer Trend bezeichnet wird. Der lineare Trend bei Stroh war weit geringer und betrug nur 0,92 dz. Die durch die spätere Aussaat insgesamt fallende Keimdichte konnte zwar durch eine höhere Bestockung völlig ausgeglichen werden, aber auf Kosten von ungenügender Ährenausbildung mit geringerer Kornzahl. Da sich weder in der Bestandesdichte noch im TKG ein Trend ermitteln ließ, waren die Ertragsdifferenzen fast ausschließlich durch die unterschiedliche Kornzahl je Ähre bestimmt.

Obwohl die Reihenfolge der Aussaat Wurzel-, Blüten-, Blatt-, Frucht-Trigon war, ergab sich für Kornertrag, Gesamtertrag, Kornzahl je Ähre und Einzelährengewicht die Rangfolge: Wurzel-, Frucht-, Blüten-, Blatt-Trigon. Dies läßt einen positiven Einfluß auf die genannten Merkmale durch die Aussaat in den Sternbildern des Frucht-Trigons vermuten. Die Kornerträge wurden nunmehr trendbereinigt und durch lineare Regression die Effekte auf Korn und das Korn : Strohverhältnis ermittelt. Hierbei ergibt sich eine Umkehr in der Rangfolge der Trigone dahingehend, daß das Frucht-Trigon in seiner Wirkung auf den Ertrag an die erste Position rückt gefolgt von Wurzel-, Blüten-, Blatt-Trigon. Dabei wurde der positive Effekt des Frucht-Trigons gegenüber dem Mittel der übrigen Trigone in Tabelle 29 angegeben, während die drei anderen Trigone einzeln gegen das Frucht-Trigon abgegrenzt

sind. Der Effekt des Frucht-Trigons konnte nach vorliegendem Versuch mit +5,50 dz/ha ATM und auf das Korn : Strohverhältnis mit +15,30 % ermittelt werden. Die Signifikanz war mit 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit jeweils befriedigend.

Wie bereits oben angegeben, nehmen die Stroherträge mit jeder späteren Saatzeit um durchschnittlich 0,92 dz/ha um die Hälfte weniger ab als die Kornerträge. Das bedeutet, daß die absoluten Differenzen zwischen den Trigonon wesentlich geringer sind mit durchschnittlich 2 dz. Im übrigen folgen sie der gleichen Rangordnung, wie sie vor der Trendberechnung bei Korn mit Wurzel-, Frucht-, Blüten-, Blatt-Trigon festgelegt wurde.

Wenn für die vorliegenden Saatzeitversuche eine Nährstoffanalyse der Erntefractionen vorgenommen wurde, so sollte hier ein Ansatzpunkt gefunden werden, inwieweit die Nährstoffaufnahme an dem Trigoneinfluß beteiligt ist. Obwohl gerade bei den Kornerträgen gesicherte Unterschiede aufgefunden wurden, gibt die Pflanzenanalyse nach Anhang 13 keinerlei Hinweis für deren Ursache. In der Strohfraktion nahmen die K-, Ca- und Na-Gehalte mehr oder weniger deutlich ab, während sich bei N und den übrigen Kationen sonst keine derartigen Tendenzen zeigten.

4.3.2. Saatzeitversuch zu Hafer 1971

Die Saatzeiten mit Hafer (siehe Tabelle 30 und Abbildung 16) vom 31.3. bis 26.4. fanden bis auf die letzte Saatzeit dank der geringen Frühjahrsniederschläge annähernd gleiche Bodenbedingungen vor. Wie im Vorjahr zu Sommergerste verschlechterte sich der Feldaufgang mit späterer Aussaat erheblich. Dabei sank die Keimdichte von rund 400 Pflanzen/m² auf ca. 250. Aber im Gegensatz zum Vorjahr konnte der schlechtere Feldaufgang nur zum Teil durch eine bessere Bestockung ausgeglichen werden. Ein Abfallen der Kornerträge trat erst ab 9. Saatzeit (19.4.) ein, nachdem bis dahin ein durchschnittliches Ertragsniveau von 56 dz gehalten werden konnte. Da das Tausendkorngewicht nur wenig abnahm, mußte bei schlechterer Bestandesdichte die Kornzahl je Rispe bis zur 8. Saatzeit von 38 auf 50 Körner zunehmen. Entsprechend reagierte das Einzelrispengewicht.

Die vierte Aussaat am 6.4. (Mond im Sternbild Löwe) brachte den Höchstertrag mit 61,8 dz/ha ATM Korn. Auf Rang 2 folgte die achte Aussaat (Schütze), wobei beide Sternbilder dem Frucht-Trigon angehören. Die letzte Aussaat in diesem Trigon am 26.4. war durch nasse Bodenverhältnisse sehr erschwert, was sich auf den Ertrag negativ auswirkte. So blieb das Frucht-Trigon (4, 8, 12) i.M. auf dem Ertragsniveau der übrigen Trigone. Unter Berücksichtigung der je-

Saatzeitenversuch zu Hafer
Reutisch - Holzhausen 1971
Erträge und Extragekomponenten

Tabelle 30

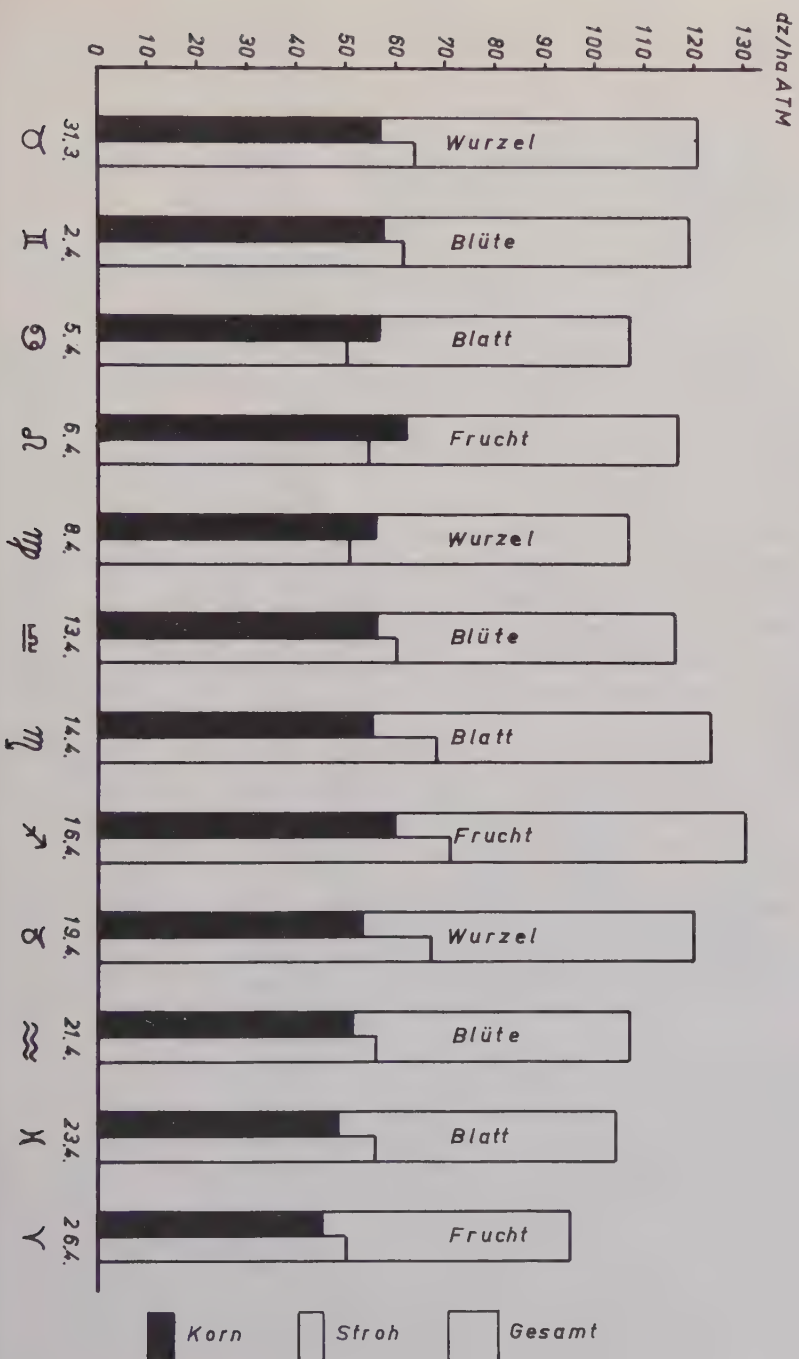
Saatzeit	Mond im Sternb.	Korn	Stroh Gesamt	KD	BD	BF	TKG	Kz/R	ERG	Ko.: St.
1 31.3.	Stier	+56,8 - 0,95	64,1 1,18	121 1,51	390 456	1,17	32,5	38,4	1,25	1 : 1,13
2 2.4.	Zwilling	+57,4 - 1,24	61,6 0,54	119 1,35	402 408	1,01	33,7	41,9	1,41	1 : 1,07
3 5.4.	Krebs	+56,3 - 1,63	50,2 1,93	107 2,50	396 420	1,06	32,8	41,2	1,35	1 : 0,89
4 6.4.	Löwe	+61,8* - 0,66	54,7 1,02	117 1,21	414 444	1,07	34,0	41,2	1,40	1 : 0,88
5 8.4.	Jungfrau	+55,8 - 0,96	50,7 1,85	107 2,08	384 390	1,02	31,2	45,8	1,43	1 : 0,91
6 13.4.	Waage	+55,8 - 0,77	60,0 1,76	116 1,92	300 351	1,17	32,0	50,0	1,60	1 : 1,07
7 14.4.	Skorpion	+54,7 - 0,61	67,9 1,43	123 1,56	348 414	1,19	28,3	47,0	1,33	1 : 1,23
8 16.4.	Schütze	+59,6 - 0,38	70,6* 1,19	130* 1,25	324 399	1,23	29,5	50,6	1,49	1 : 1,18
9 19.4.	Steinbock	+53,0 - 1,03	66,6 1,23	120 1,60	312 357	1,14	31,0	47,8	1,48	1 : 1,26
10 21.4.	Wassermann	+50,8 - 0,67	55,6 1,86	107 1,97	294 342	1,16	29,2	51,0	1,49	1 : 1,09
11 23.4.	Fische	+48,1 - 1,01	55,5 1,50	104 1,81	270 342	1,27	31,0	45,5	1,41	1 : 1,15
12 26.4.	Widder	+44,8 - 0,75	49,7 2,25	95 2,37	252 354	1,40	29,8	42,7	1,27	1 : 1,11
Wurzel - Trigon (1,5, 9)		+55,2 - 0,98	60,5 1,42	116 1,73	362 401	1,11	31,6	44,0	1,39	1 : 1,10
Blüten - Trigon (2,6,10)		+54,7 - 0,89	59,1 1,39	114 1,75	332 372	1,11	31,7	47,6	1,50	1 : 1,08
Blatt - Trigon (3,7,11)		+53,0 - 1,08	57,9 1,62	111 1,96	338 392	1,17	30,7	44,6	1,37	1 : 1,09
Frucht - Trigon (4,8,12)		+55,4 - 0,60	58,3 1,49	114 1,61	330 399	1,23	31,1	43,9	1,39	1 : 1,05

Saatzeiten zu Hafer

Rauisch - Holzhausen 1971

Abb.: 16

Erträge in dz/ha ATM



weils spätesten Saatzeit ergibt dieser Sachverhalt wie schon beim Gerstenversuch eine eindeutige Vorrangstellung dieses Trigons. Sie kommt noch stärker zum Ausdruck, schließt man die letzten vier Saatzeiten von der Mittelbildung aus. Der Ertragsvorteil liegt dann bei durchschnittlich 4,6 dz/ha. Sieht man von der geringen Ertragsdifferenz zwischen den Trigonen ab, wiederholt sich die bereits von der Gerste bekannte Rangordnung Wurzel-, Frucht-, Blüten-, Blatt-Trigon.

Die bei Korn nur andeutungsweise vorhandene Rangordnung der Trigone wird bei Stroh völlig verwischt, sieht man vom Wurzel-Trigon ab, dessen höchste Differenz zu den übrigen Trigonen 2,5 dz beträgt. Blüten-, Blatt- und Frucht-Trigon bilden mit 57 - 58 dz/ha eine Ertragsgruppe.

Bei den Nährstoffen konnte nach Anhang 14 in der Kornfraktion mit späterer Saatzeit ein geringfügiger Anstieg der K- und Ca-Gehalte festgestellt werden. Wie im Vorjahr wirkten sich die Trigone nicht auf die Nährstoffgehalte aus. Beim Stroh nimmt ähnlich wie beim Korn der K-Gehalt mit zunehmender Saatzeitverspätung mäßig zu, während die P-Gehalte schwach absinken. Alle übrigen Nährstoffgehalte verhalten sich indifferent.

4.3.3. Saatzeitversuch zu Möhren 1972

Da die Möhre befähigt ist, selbst bei späten Maisaaten noch gute Erträge zu liefern, wurde erst

Tabelle 31

Saatzeitenversuch zu Mähren
Reutisch - Holzhausen 1972
Erträge in dz/ha ATM und einige Qualitätsmerkmale

Saatzeit	Mond im Sternbild	Mähre	Kraut	Gesamt	Pflanzen je qm	% Beinträchtigt	% TS *	Nitrat N mg/100 g TS	Rohproteinh in % TS	Reinheitsgrad in % TS	Relat. Elv. in %	Freie Aminosäuren mg N/100 g TS	Gesamtzucker % Glucose in TS	Konoescharide % Glucose in TS	% Konoescharide in % vom Gesamtzucker	Monosaccharide in % vom Gesamtzucker
1 19.4.	Zwilling	98,0 - 3,96	91,0 4,88	189 6,27	36,5	n.b.	13,8	90	7,4	2,8	37,6	290	49,9	24,2	23,7	48,5
2 21.4.	Krebs	82,7 ± 4,36	83,6 4,92	166 6,57	44,3	n.b.	11,9	92	7,2	2,6	36,7	209	51,9	24,1	27,8	46,5
3 24.4.	Löwe	85,6 ± 4,48	85,1 4,05	171 6,04	51,5	n.b.	16,7	103	8,3	2,8	33,3	362	54,9	21,8	33,1	39,7
4 25.4.	Jungfrau	103,3 - 4,29	92,8 5,77	196 7,18	49,7	n.b.	12,9	127	8,7	3,2	36,7	346	50,3	26,4	25,9	52,5
5 29.4.	Waage	87,1 ± 3,09	93,6 5,05	181 5,92	36,3	47,1	14,8	59	6,5	2,7	41,3	193	58,0	24,9	23,1	42,9
6 1.5.	Skorpion	96,0 ± 3,90	98,3 4,92	194 6,27	47,4	29,1	15,6	82	7,8	3,0	38,9	318	50,9	21,9	28,9	43,2
7 3.5.	Schütze	94,5 ± 1,89	91,3 5,05	186 5,39	46,2	32,5	13,6	101	8,9	3,3	37,4	370	61,9	26,3	33,6	42,4
8 6.5.	Steinbock	119,3 ± 3,40	92,7 4,55	212 5,68	48,3	21,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
9 8.5.	Wassermann	100,4 - 3,69	70,4 3,00	171 4,75	42,6	40,8	12,5	118	8,4	2,7	32,5	316	52,2	27,5	34,7	52,8
10 10.5.	Fische	92,4 ± 3,36	75,5 3,11	168 4,58	55,8	15,6	13,7	92	7,1	2,6	36,6	188	52,6	24,3	28,3	56,3
11 12.5.	Widder	86,7 ± 4,43	62,2 5,33	149 6,93	46,5	25,8	16,4	106	7,6	2,9	38,4	317	54,9	21,0	33,9	38,2
12 14.5.	Stier	108,9 - 4,72	84,5 5,69	193 7,93	60,0	17,2	13,8	73	7,2	3,1	42,5	258	54,0	25,8	28,2	47,8
Blüten - Trigon(1,5,9)		95,1 - 3,58	85,0 4,21	180 5,65	38,5	44,0	13,7	89	7,2	2,7	37,1	266	53,4	25,5	27,8	48,1
Blatt - Trigon(2,6,10)		90,4 ± 3,87	85,8 4,32	176 5,81	49,2	22,4	13,7	89	7,4	2,7	37,4	238	51,8	23,4	28,3	47,5
Frucht - Trigon(3,7,11)		88,9 ± 3,60	79,5 4,81	168 6,12	48,1	29,2	15,6	103	8,3	3,0	36,4	350	57,2	23,0	34,2	40,1
Wurzel - Trigon(4,8,12)		90,0 ± 4,14	90,0 5,34	200 6,75	52,7	19,2	13,3	100	7,9	3,2	39,6	302	52,2	26,1	26,1	50,2

* Bestimmung in der Mähre ca. 5 Wochen nach der Ernte z. Zeitpunkt der Qualitätsuntersuchung

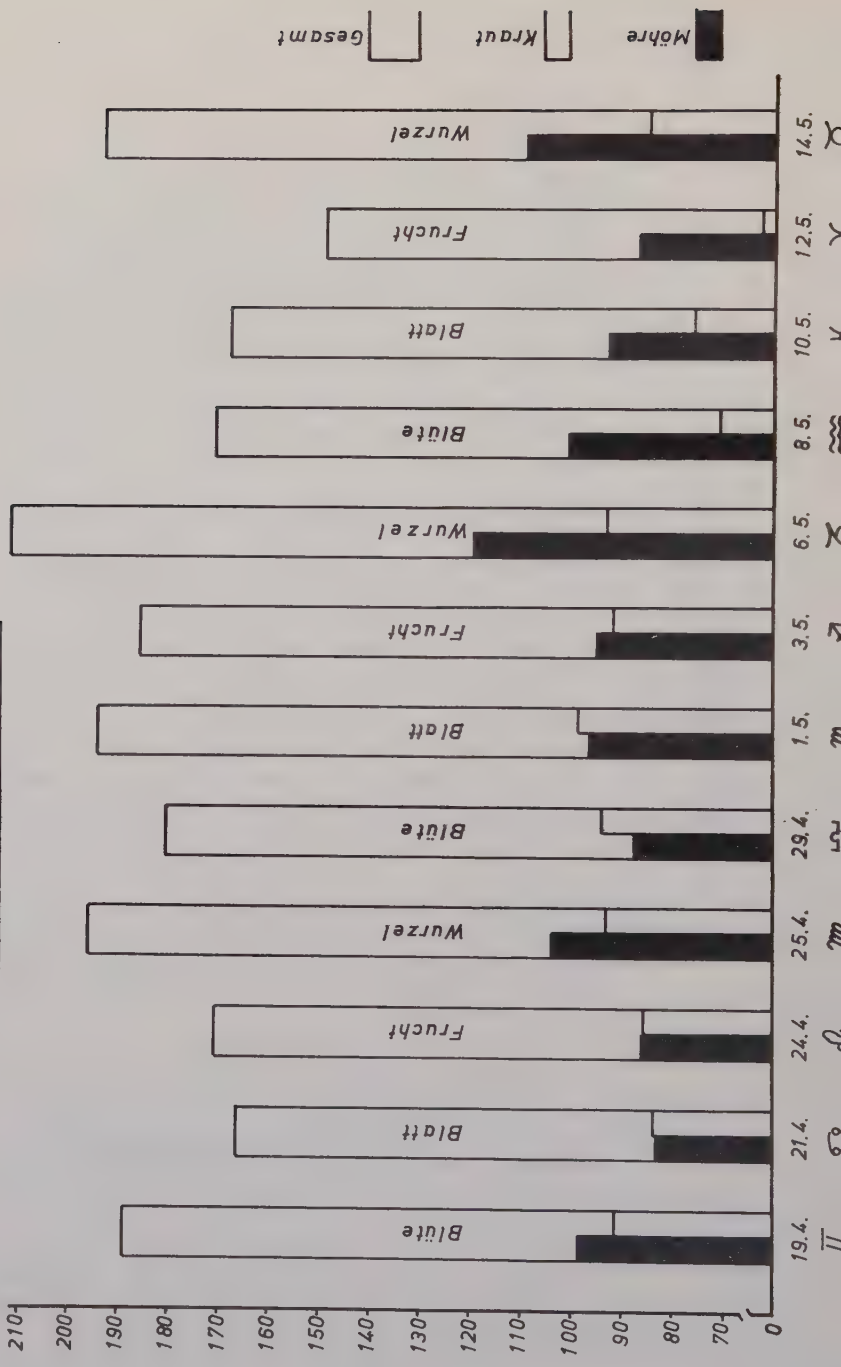
Saatzeiten zu Möhren

Abb.:17

Rauisch-Holzhausen 1972

Erträge in dz/ha ATM

dz/ha ATM



am 19.4. mit der ersten Aussaat begonnen, um günstigere Aussaatbedingungen abzuwarten. Da bis zum 9.5. nur geringe Niederschläge fielen (vergleiche auch Tabelle 4), hatten die Saatzeiten 1 - 9 gute Saatbedingungen. Die am 10.5. einsetzenden hohen Niederschläge verursachten für die Aussaaten 10 - 12 technisch ungünstige Bodenverhältnisse. Die Ertragsbildung wurde dadurch aber nicht wesentlich beeinträchtigt. Durch die gestaffelten Ernten am 18.9., 28.9. und 6.10. sollte eine annähernd gleichlange Vegetationszeit für die Saatzeiten 1 - 4, 5 - 8 und 9 - 12 erreicht werden. Die reichlichen und gleichmäßig verteilten Niederschläge von Mai bis September brachten neben den ausgezeichneten Bodenbedingungen des über fünf Jahre biologisch-dynamisch gepflegten Bodens gute Voraussetzungen für einen ungewöhnlich hohen Möhrenertrag, der i.M. der Varianten nach Tabelle 31 und Abbildung 17 bei rund 96 dz/ha ATM lag, was einem Frischmasseertrag von ca. 850 dz/ha entspricht.

Die Krauterträge waren um durchschnittlich 10 dz/ha ATM niedriger. Diese negative Differenz basiert vorwiegend auf der nachlassenden Leistung der Saatzeiten 9 - 12. Hierfür dürften weniger die Niederschläge verantwortlich gemacht werden, als vielmehr ein Einfluß verspäteter Saatzeiten, auf die der Wurzelkörper wesentlich schwächer reagiert.

Ein Einfluß des Wurzel-Trigons ist bei allen drei zugehörigen Saatzeiten offensichtlich, als der mittlere Möhrenertrag mit 110,4 dz/ha ATM gesichert über dem Mittel der übrigen Trigone mit 91,5 dz/ha liegt. Selbst auf die Krauterträge bleibt dieser positive Ausschlag bestehen. Bei den übrigen Trigonen ergibt sich eine Gruppenbildung, als bei Möhre nach dem Wurzel-Trigon das Blüten-Trigon mit 15,1 dz/ha Differenz folgt, während das Blatt- und das Frucht-Trigon eine weitere Ertragsstufe tiefer liegen. Bei den Krauterträgen differenzieren sich die einzelnen Trigone nicht so deutlich. Auf das Wurzel-Trigon mit 90 dz/ha folgt das Blüten- und Blatt-Trigon mit rund 85 dz/ha, während sich das Frucht-Trigon nicht gesichert von dieser Gruppe absetzt.

Die Trigone scheinen auch auf die morphologische Ausgestaltung der Möhrenwurzel einzuwirken. So war die Häufigkeit von Verzweigungen (in Tabelle 31 als % Beinigkeit angegeben) sehr unterschiedlich. Sie schwankte von 17 % bis 47 %. Die geringste Wurzelverzweigung von 19 % und 22 % der Möhren wurde im Wurzel- und Blatt-Trigon gefunden; die höchste mit 44 % im Blüten-Trigon. Das Frucht-Trigon nahm mit 29 % eine Mittelstellung ein. Die Möhren mit der glattesten Oberfläche waren die des Blatt-Trigons, diejenigen mit der rauhesten die des Wurzel-Trigons (vergleiche auch Bild Nr. 2).

Plat. 2: Salz- oder Versuchs- an Mühren



Die Untersuchungen einiger Qualitätsmerkmale, die ebenfalls in Tabelle 31 wiedergegeben sind, zeigen sowohl Unterschiede zwischen den Saatzeiten als auch Trigonon. Für eine Beurteilung der Qualität können die wichtigsten hier aufgeführten Qualitätsmerkmale herangezogen werden: a) freie Aminosäuren: hohe Gehalte bedeuten physiologische Unreife, das heißt nicht abgeschlossenes Wachstum und b) Gesamtzucker: ein Zeichen erhöhter Assimilation und als positives Merkmal zu betrachten. Die Mono- und Disaccharide werden als Bestandteile des Gesamtzuckers keiner weiteren Betrachtung unterzogen. Sie sind beide mit ca. 50 % zu gleichen Teilen am Gesamtzucker beteiligt, wobei die zu besprechenden Unterschiede im Gesamtzucker ausschließlich von den Disacchariden ausgehen.

Unter Berücksichtigung aller drei zugehörigen Saatzeiten läßt nur das Frucht-Trigonon einen eindeutigen Einfluß auf die oben genannten Qualitätskriterien erkennen, da die Aussaaten in Löwe, Schütze und Widder in jeder Erntegruppe mit durchschnittlich 57,2 % sowohl den höchsten Zuckergehalt als auch mit durchschnittlich 350 mg N/100 g TS den höchsten Anteil freier Aminosäuren aufweisen. Wenn das Blatt-Trigonon ähnlich deutlich mit den durchschnittlich niedrigsten Zucker- (51,8 %) und freien Aminosäuregehalten (238 mg N) reagiert, so basiert das mehr auf den

sehr niedrigen Gehalten der Krebs- und Fische-Aussaats mit 209 bzw. 108 mg N und einem mittleren, niedrigen und mäßigen Zuckergehalt von 51,9 %, 50,9 % und 52,6 %. Die Saatzeiten des Blüten- und Wurzel-Trigons verhalten sich zu unterschiedlich, um von einem Trigon-Einfluß sprechen zu können. Auf Grund der genannten Qualitätskriterien muß die Aussaat 5 (Waage) dank dem mit 58,0 % zweithöchsten Gesamtzuckergehalt und dem mit 193 mg N/100 g TS zweitniedrigsten Wert an freien Aminosäuren am besten beurteilt werden, obwohl gerade hier das morphologische Merkmal der Wurzelverzweigungen mit 47 % am ungünstigsten war.

5. Diskussion

Wenn in einer Zeit wachsender Nachfrage und Forderung nach giftfreien und qualitativ hochwertigen Nahrungsmitteln die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise eine echte Alternative zur allgemein praktizierten Landwirtschaft sein soll, so setzt das in erster Linie die Kenntnis über die Wirkung der Methoden und Präparate sowie ihrer Abhängigkeit von den ökologischen Gesetzmäßigkeiten voraus. Bei den vorliegenden Versuchen erfuhr zunächst die Wirkung auf den Ertrag besonderes Interesse.

Der Zuckerrübe, die einen großen Anspruch an leichtverfügbare Nährstoffe stellt, standen offenbar durch die ausschließlich organische Düngung für einen optimalen Ertrag, gemessen an ausschließlich mineralischer Düngung, weder im Versuch "Gimberg" 1970 nach Tabelle 6 und Abbildung 5 noch im Versuch "Steinersloh" 1971 nach Tabelle 9 und Abbildung 7 genügend Nährstoffe zur Verfügung. So wurde in beiden Versuchen mit 600 dz/ha präpariertem Stallmist + 60 N über Hühnerdung ohne Kieselanwendung zunächst nur 72 bzw. 66 % des in Variante V (mineralisch) und VI (mineralisch - 400 dz Stallmist) mit der optimalen N-Stufe gefundenen Ertrags erzielt. Die Blatterträge gruppieren sich in einer ähnlichen Größenordnung, da zu Variante V 81 % bzw. 83 %, zu den höheren Erträgen der Variante VI 70 % bzw. 80 % erreicht werden. Unter Berücksichtigung

der Entzugszahlen in V N_0 (ohne organische Düngung) ergibt sich 1970 in den organischen Varianten I (300 dz/ha Stallmist) und II (600 dz) eine scheinbare N-Ausnutzung von lediglich 17 % bzw. 16 %. Im Gegensatz hierzu errechnet sich für 400 dz/ha unpräparierten Stallmist in VI N_0 mit nur 6 % noch ein wesentlich niedrigerer Ausnutzungsfaktor. In beiden Fällen war die Ausnutzung deshalb so gering, weil durch die niedrigen Blatterträge die N-Entzüge nach Tabelle 7 unterdurchschnittlich blieben. Durch die bessere N-Ausnutzung von präpariertem Stallmist in den Varianten I - III gegen unpräparierten Stallmist in VI erklärt sich die Überlegenheit von Variante I (300 dz/ha Stallmist) gegenüber VI N_0 (400 dz) um 50 %.

Der Versuch "Steinersloh" 1971 wurde aus technischen Gründen auch in der konventionellen Variante VI mit präpariertem Stallmist gedüngt. Auf Grund der gegenüber dem Vorjahr höheren Blatterträge ergibt sich eine mit 19 % etwas höhere scheinbare N-Ausnutzung, obwohl die Rübeneträge hinter den 1970 gefundenen wegen der verspäteten Aussaat zurückblieben. Sowohl in Variante V (ohne) als auch in VI (mit Stallmist) war die Differenzierung der N-Stufen 1971 weit weniger ausgeprägt, was durch eine gegenüber 1970 schlechtere N-Verwertung dank der höheren Gehaltszahlen zum Ausdruck kam. Dies ist dadurch bedingt, daß die mineralische N-Wirkung bereits in der N_2 -Stufe ohne Stallmist nur noch wenig und mit Stallmist in

Variante VI auf Grund der verkürzten Vegetation und ungünstigen Witterungsbedingungen nicht mehr zum Tragen kam. Dagegen war die Stallmistwirkung auch in den hohen N-Stufen in beiden Erntefractionen deutlich verbessert.

Durch die Anwendung des "Kieselpräparats" konnte jedoch das Ertragsniveau mit gesicherten Mehrerträgen erheblich angehoben werden. Nach Abbildung 6 und 8 betrug die Steigerung durch P_1 als der Variante mit der besten Präparatwirkung i.M. der Varianten I - IV auf den Rübenkörper 1970 20 % und 1971 29 %. Die Kieselwirkung auf den Blattertrag war mit 6 % i.M. der beiden Untersuchungsjahre weitaus geringer und nicht gesichert. Die scheinbare Stickstoffausnutzung stieg damit von den bereits genannten 17 % bzw. 19 % entsprechend dem Ertragsniveau auf 23 % bzw. 22,5 % an.

Die Nährstoffverwertung nach Tabelle 32 und 33, errechnet über die Gesamterträge, wurde durch die Kieselanwendung in P_1 in Übereinstimmung beider Jahre für Stickstoff in allen organischen Varianten als auch in der mineralisch gedüngten Variante IV auf Grund der verringerten N-Gehalte im Blatt um 3 % bis 26 % i.e. im Mittel 7 % verbessert.

Die 1971 getroffene Differenzierung der Kiesel-spritzung nach dem Anwendungszeitpunkt, auf Grund der Erfahrung von THUN und HEINZE (1968) zwischen

biologisch - dynamische Landwirtschaft und konventioneller Anbau zu Zuckerrüben

Paulsch - Holzhausen 1970; versuch " Gimberg "

Nährstoffverwertung: Gesamtertrag in kg/ha : Gesamtentzug in kg/ha x 100

	I				II				III			
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
N	1,09	1,12	1,06	0,97	1,00	1,05	1,13	1,16	0,99	1,08	n.b.	1,06
K	0,53	0,46	0,44	0,41	0,44	0,47	0,47	0,52	0,45	0,48	n.b.	0,50
P	4,98	4,59	4,53	4,59	4,37	4,15	4,31	4,80	4,73	4,66	n.b.	4,36
NG	2,76	2,77	2,82	2,56	2,59	2,72	2,78	3,11	2,79	3,18	n.b.	2,22

	IV				V				VI			
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
N	0,88	0,92	1,02	0,85	0,98	1,14	n.b.	1,07	1,16	1,04	0,98	n.b.
K	0,44	0,41	0,46	0,39	0,41	0,49	n.b.	0,46	0,45	0,46	0,46	n.b.
P	6,84	5,26	5,15	4,62	4,15	4,62	n.b.	5,24	4,44	4,51	5,06	n.b.
NG	2,97	2,91	3,48	2,85	2,74	3,23	n.b.	3,98	2,71	2,78	2,94	n.b.

Tabelle 33

Biologisch - dynamische Bewirtschaftung und konventioneller Anbau an Zuckerrüben
 Rautsch - Holzhausen 1971; Versuch "Steinersloh"

Nährstoffverwertung: Gesamtertrag in kg/ha : Gesamtentzug in kg/ha x 100

	I			II			III		
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₃
N	0,57	0,72	0,66	0,71	0,71	0,74	0,63	0,66	0,73
K	0,39	0,38	0,40	0,40	0,43	0,47	0,48	0,40	0,44
P	5,65	5,25	4,90	5,48	5,56	5,42	5,12	5,06	5,43
MG	1,78	1,91	1,85	1,95	1,81	1,87	1,71	1,74	1,92

	IV			V			VI		
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₃
N	0,72	0,74	0,72	0,69	0,83	0,77	0,75	0,73	0,65
K	0,37	0,39	0,37	0,36	0,37	0,34	0,34	0,33	0,40
P	5,99	5,82	5,10	5,34	5,04	5,23	5,51	5,69	5,24
MG	2,09	2,12	1,76	2,00	2,03	2,08	2,14	2,18	2,23

P₁ (2 x im Blatt-Trigon, 4 x im Wurzel-Trigon) und P₂ (6 x im Blatt-Trigon), zeigte bei gleichen Gesamterträgen bei P₁ eine Tendenz stärkerer Wirkung auf den Rüben- und bei P₂ auf dem Blattertrag, die jedoch nicht gesichert ist. Das 1970 mit dem Kieselpräparat gerührte Kuhdungpräparat als Fröhspritzung hob die Wirkung von P₁ wieder auf, während mit der Abendspritzung dieser Kombination eine negative Wirkung angedeutet ist. Diese Feststellung trifft insofern nicht für die mineralisch gedüngte Variante IV zu, als hier die positive Wirkung von P₁ auch für P₂ und P₃ zutrifft. Allerdings können im Versuch "Gimberg" die Erträge dieser Variante nur für einen Vergleich der Präparatwirkung herangezogen werden, da aus anlagetechnischen Gründen ihr Ertragsniveau zu den übrigen Varianten nicht in Beziehung gesetzt werden darf.

Da sowohl über die mineralische Düngung (200 kg/ha K₂O, 100 kg/ha P₂O) als auch die organische Düngung (ca. 250 - 600 kg/ha K₂O, 200 - 400 kg/ha P₂O₅) genügend K und P zugeführt wurde, blieb eine Differenzierung der Gehalte (siehe Anhang 3 und 4) für diese beiden Nährstoffe durch unterschiedliche Düngung weitgehend aus. So entsprechen die Entzüge fast ausnahmslos den Erträgen. Das gleiche gilt im übrigen auch für Ca, Mg und Na. Das Kieselpräparat in P₁ beeinflusste in beiden Versuchen nur die K- und P-Gehalte des Blattapparats. Reagierte K nur schwach positiv, war die Zunahme von P deutlich und verschlechterte dadurch die P-Verwertung um 3 % bis 23 % i.e. im

Mittel 7 %. Die Kieselsspritzung im Blatt-Trigon (P_2 1971) wirkte sich ähnlich P_1 auf die P-Gehalte und damit auf die Verwertung aus. P_3 ließ keinerlei Einfluß auf die Gehaltsszahlen erkennen. So zeichnete sich die Kieselwirkung in P_1 durch eine Aufweitung des N : P-Verhältnisses um rund 14 % zugunsten des P-Gehalts aus.

Das Präparat verbesserte neben den Erträgen auch die Qualität der Zuckerrübe durch Erhöhung des Pol^o S um durchschnittlich 0,5 - 0,6 und die um "schädlich N" und "löslich Asche" bereinigte Polorsation um 0,6 - 0,8 Einheiten, was noch als gesichert gelten kann. P_2 und P_3 (Kiesel- mit Kuhdungpräparat gerührt, 1970) hatten wieder normale Gehalte (siehe Tabelle 8 und 11).

Dennoch zeigen diese beiden Versuche, daß ein Leistungsvergleich zwischen den beiden Düngungssystemen im ersten Jahr der Anwendung biologisch-dynamischer Maßnahmen, zu denen auch eine mehrfache Kuhdungpräparatspritzung zur Bodenbearbeitung zählt, nur bedingt zulässig ist, da trotz der Verbesserung der Nährstoffausnutzung durch die Kieselanwendung und trotz höherer Nährstoffzufuhr durch ausschließlich organische Düngung für eine optimale Ertragsbildung nicht genügend Nährstoffe - vor allem N - zur Verfügung gestellt wurden. Dies lag sicherlich an der noch unzureichend entwickelten biologischen Aktivität des Bodens und der daraus resultierenden mangelnden Nährstoffdynamik.

1971 wurde auf den gleichen Parzellen Sommerweizen angebaut, wobei in den Varianten I und II 200 bzw. 400 dz/ha präparierter Stallmist und in III weitere 40 N über Hühnerdung zur Anwendung kamen, die im Vergleich stehen zur ausschließlich mineralisch gedüngten Variante V und mit 400 dz/ha Rübenblatt + mineralischer Düngung versehenen Variante VI, unabhängig von der Nachwirkung des Stallmists vom Vorjahr.

Mit 400 dz/ha präpariertem Stallmist in Variante I wird nach Tabelle 13 und Abbildung 9 mit 36 - 37 dz/ha der gleiche Kornertrag erreicht wie mit der N_3 -Stufe (80 N), der konventionellen Variante V. Die Rübenblattdüngung zu VI konnte das Ertragsniveau erheblich steigern. Betrug die Wirkung bei einer Ausgangsleistung in V N_0 von ca. 18 dz/ha Korn noch rund 10 dz, ging sie erwartungsgemäß in der N_3 zurück, war aber mit 6 dz noch recht hoch. Werden zu 400 dz/ha Stallmist in Variante III weitere 40 N über Hühnerdung zugeführt, kann mit 42 dz/ha der gleiche Ertrag wie mit Rübenblatt + 80 N erzielt werden.

Wie gesagt kommt in den Erträgen sowohl die Nachwirkung des Stallmists zu Zuckerrüben als auch der neu aufgebrauchten organischen Dünger - präparierter Stallmist und Rübenblatt - zum Tragen. Bezogen auf Variante V N_0 ergibt sich über die Gesamterträge für 200 und 400 dz/ha Stallmist eine Ausnutzungsrate von 27 % bzw. 18 %, für Rübenblatt eine solche von 22 %. Die

hohen Ausnutzungsraten sind wegen der bereits genannten Nachwirkung des Vorjahresstallmists nur eine grobe Annäherung an die tatsächliche Ausnutzung.

Dadurch ergibt sich das Phänomen, daß durch die biologisch-dynamische Düngung Korn-erträge ermöglicht werden, die der ausschließlich mineralischen Düngung überlegen und der Rübenblattvariante in seiner höchsten N-Stufe vergleichbar sind. In diesem Vergleich sind die Stroherträge noch günstiger zu beurteilen, was sich auch in den Gesamterträgen auswirkt. So werden Höchstertrag und Höchstertragsgebiet für Stroh und die Gesamterträge in den mit ausschließlich biologisch-dynamischer Düngung versehenen Varianten II und III gefunden.

Durch die Kieselanwendung im s.g. Frucht-Trigon (P_1) wurden nach Abbildung 10 die Korn- und Stroherträge - wenn auch nicht in allen Fällen gesichert - i.M. der Varianten I - IV um 6 % bzw. 8 % verbessert. Die Kieselspritzung im Wurzel-Trigon (P_2) unterscheidet sich nur unwesentlich von P_0 . Mit 30 N als Hühnerdung in P_3 zusätzlich P_1 reagierten die Korn-erträge nur in den Varianten I, II und IV mit Mehrerträgen gegenüber P_1 , wobei in III P_1 der Höchstertrag bereits erreicht war. Bei Stroh haben sich 30 N über Hühnerdung erwartungsgemäß in den Varianten I, II, III und IV noch deutlicher ausgewirkt,

so daß bei den Gesamterträgen teilweise ebenfalls noch Mehrerträge anfielen. Aus den Ergebnissen kann somit geschlossen werden, daß allgemein - also auch in der konventionellen Düngung - die Erträge durch eine noch höhere N-Stufe hätten gesteigert werden können.

Zur Klärung der Kieselwirkung kann angeführt werden, daß die N-Gehalte im Korn allgemein schwach um 0,040 - 0,170 % erhöht wurden. Die Verwertung hat sich jedoch bei allen Elementen durch das Kieselpräparat nicht geändert. Die höheren Erträge durch die biologisch-dynamische Düngung kommen auch in einer Tabelle 15 besseren Verwertung für N und K zum Ausdruck. Beträgt sie in den Varianten I - III für N und K ca. 1,0, sinkt sie für N in Variante V N_3 auf 0,89 und in VI N_3 auf 0,77 bzw. für K auf 0,89 und 0,87.

Durch Aufrechnung der Düngermengen und Entzüge über die Gesamterträge der Zuckerrüben- und Sommerweizen-Ernte ergibt sich nach Tabelle 34 folgende Nährstoffbilanz, nach der die ausschließlich mineralisch gedüngten Varianten IV und V für die hier aufgeführten Nährstoffe außer bei P ein Defizit aufweisen, das vorwiegend den hohen Entzügen durch die Zuckerrübe zuzuschreiben ist. So errechnet sich für diese beiden Varianten eine negative Bilanz für N von 47 - 106 kg/ha, K von 194 - 306 kg/ha, Ca 76 - 87 kg/ha und Mg von 66 - 78 kg/ha. Die in den Varianten I, II

Tabelle 34

Biologisch - dynamische Bewirtschaftung und konventioneller Anbau
zu Zuckerrüben und Sommerweizen
Rauisch - Holzhausen 1970/71; Versuch "Gimberg"
Nährstoffbilanz über Düngung und Entzug in kg/ha in N₂ bzw. P₁

Variante	I						II						III					
	ATM	N	K	P	Ca	Mg	ATM	N	K	P	Ca	Mg	ATM	N	K	P	Ca	Mg
H.69 Stallm.	6750	148	253	86,2	78,5	31,7	13500	296	506	172	157	636	13500	296	506	172	157	62,6
Frj.70 Hühnerdg.													962	60,0	22,1	23,0	6,8	3,2
Zwischensumme	6750	148	253	86,2	78,5	31,7	13500	296	506	172	157	636	14462	356	528	195	164	61,5
Entzug Zu-Rüben		116	277	28,3	64,1	46,4		130	290	33,0	66,0	49,8		147	369	34,1	60,5	49,5
Bilanz	6750+32,0	-24	+57,9	+14,4	-17,1		13500+166	+216	+139	+91,0	+13,8		14462+209	+159	+161	+103	+20,3	
H.70 Stallm.	3940	114	148	47,5	40,9	17,3	7880	228	295	95,0	82,1	34,7	7880	228	295	95,0	82,1	34,7
Frj.71 Hühnerdg.													638	40,0	14,8	15,3	4,5	4,2
Zwischensumme	3940	114	148	47,5	40,9	17,3	7880	228	295	95,0	82,1	34,7	8518	268	310	110	86,6	38,9
Entzug So-Weizen		73,7	64,9	18,1	12,6	10,1		83,2	69,9	19,8	12,6	9,8		94,7	82,7	23,2	12,9	11,9
Bilanz	3940+40,3	+83,1	+29,4	+28,3	+7,2		7880+145	+225	+75,2	+69,5	+24,9		8518+173	+227	+86,8	+73,7	+27,0	
Endbilanz	10690+72,3	+59,1	+87,3	+42,7	-9,9		21380+311	+441	+214	+161	+38,7		22980+382	+386	+248	+52,8	+47,3	

Variante	IV						V						VI					
	ATM	N	K	P	Ca	Mg	ATM	N	K	P	Ca	Mg	ATM	N	K	P	Ca	Mg
H.69 Stallm.													12920	270	303	73,0	255	82,2
Frj.70 mineral.	150	166	44,0				150	166	44,0				150	166	44,0			
Zwischensumme	150	166	44,0				150	166	44,0				12920	420	469	117	255	82,2
Entzug Zu-Rüben	213	471	37,4	74,2	66,6		180	398	37,8	66,2	57,1		210	442	40,8	77,0	69,6	
Bilanz	-63,0	-305	+6,6	-74,2	-66,6		-30,0	-232	+6,2	-66,2	-57,1		12920+210	+27,0	+76,2	+178	+12,5	
H.70 Rübenbl.													6640	133	255	23,4	70,3	37,6
Frj.71 mineral.	60,0	108	30,8				60,0	108	30,8				60,0	108	30,8			
Zwischensumme	60,0	108	30,8				60,0	108	30,8				6640	193	363	54,2	70,3	37,6
Entzug So-Weizen	103	109	22,3	12,9	11,8		77,0	70,2	17,8	10,2	9,1		109	97,9	22,9	12,1	11,0	
Bilanz	-43,0	-1,0	+8,5	-12,9	-11,8		-17,0	+37,8	+13,0	-10,2	-9,1		6640+84,0	+265	+31,3	+58,2	+26,5	
Endbilanz	-106	-306	+15,1	-87,1	-78,4		-47,0	-194	+19,2	-76,4	-66,2		19560+294	+292	+108	+236	+59,2	

Variante I - III biol.-dyn. gedüngt. Variante IV - VI konventionell

III und VI positive Bilanz basiert auf den hohen Nährstoffmengen, die über Stallmist und Rübenblatt zugeführt wurden. Die positive Bilanz der organisch und mineralisch gedüngten Variante VI wird durch die biologisch-dynamisch gedüngten Varianten II und III durch die hohen Stallmistgaben (600 dz zu Zuckerrüben und 400 dz zu Sommerweizen) noch um 17 - 88 kg/ha N, 94 - 149 kg/ha K und 106 - 140 kg/ha P übertroffen. Das Ergebnis dieser Bilanz und das relativ hohe Ertragsniveau der biologisch-dynamischen Varianten I - III im zweiten Jahr zu Sommerweizen lassen erwarten, daß bei fortgeführter organischer Düngung diese bei gleichen Erträgen auf ein realistisches Maß eingeschränkt werden kann.

Wenn grundsätzlich biologisch-dynamischer Pflanzenbau nicht mit Monokultur vereinbar ist, so war doch von Interesse, inwieweit die nachteiligen Auswirkungen einer Weizenmonokultur nach begrünter Sommerfurche (Methode "Thormann") als Zeitfunktion durch ausschließlich organische Dünger in Kombination mit den biologisch-dynamischen Präparaten verschoben oder vermindert werden können.

Während in den beiden ersten Versuchsjahren 1969 und 1970 die Ertragsunterlegenheit der Monovarianten mit 20 % zum Fruchtfolgeweizen ausschließlich auf technische Mängel bei der Aussaat in den eingemulchten Zwischenfruchtbestand einschließlich auf zu frühen Einsatz von Kalkstickstoff zu-

rückzuführen ist, beruht sie in den folgenden Jahren auf Schäden durch Fußkrankheiten als Folge zunehmenden Monokulturcharakters (siehe Abbildung 11). Steigt im allgemeinen der Infektionsdruck mit der Häufigkeit des Weizenanbaus, bleibt auf der biologisch-dynamisch gedüngten Fläche diese Beziehung insofern aus, als 1971 die Infektion zwar hier auf Grund einer N-Überdüngung, wie dies in den mit der N-Steigerung durch Hühnerdung fallenden Kornerträge zum Ausdruck kommt, stark zugenommen hat, aber 1972 wieder auf dem Niveau des Fruchtfolgeweizens liegt. Hierbei ist nicht auszuschließen, daß die mit dem Fruchtfolgeweizen vergleichbaren Befallswerte 1970 und 1972 auf die in diesen beiden Jahren extrem niedrige Bestandesdichte zurückzuführen sind.

Entscheidend für die Gängigkeit einer in Grenzen gehaltenen Monokultur, speziell für Weizen, ist ihr Ertragsverhalten mit zunehmender Versuchsdauer. Die Schadursachen für den im allgemeinen zu erwartenden Ertragsrückgang in den ersten Jahren sind bisher in der Literatur noch nicht eindeutig definiert worden. Sofern die Standorte ausreichend mineralisch und organisch versorgt werden, scheidet in der Regel eine Verschlechterung spezifischer Faktoren der Bodenfruchtbarkeit aus. Wurzelausscheidungen mit wachstumshemmenden Eigenschaften konnten im Freilandversuch in schädigender Konzentration

bisher noch nicht nachgewiesen werden. So verbleibt letzten Endes als wesentlichste Schadursache die Zunahme pilzlicher Schaderreger als Folge einer Störung des biologischen Gleichgewichts durch einseitige Pflanzenwahl. Neuerdings konnte durch holländische Arbeiten (GERLACH 1968) in vitro ein so.g. decline-Effekt beobachtet werden, der den Umschlagspunkt angibt, in dem der Boden im Streben nach der Wiederherstellung des biologischen Gleichgewichts ein antiphytopathogenes Potential aufbaut, welches zu einer merklichen Eindämmung der Infektionsgefährdung führt (BOCKMANN 1963; DIERCKS u. BACHTHALER 1969 a,b; DIERCKS, OBST u. BACHTHALER 1970). Dieser Umkehrpunkt gilt im spiegelbildlichen Verhalten für die Ertragsbildung. Entscheidend ist, daß sich Ertrag und Befall auf einer mittleren Ebene einpendeln, das heißt die Ausgangswerte nicht mehr erreichen. Dieses Niveau wird sicher standortgebunden sein und über die zukünftige Wirtschaftlichkeit des Monokulturanbaus entscheiden.

Unterzieht man für die vorliegende Versuchsreihe (siehe Tabelle 19) "Thormann" die Ertrags- und Befallszahlen einer derartigen Betrachtungsweise, läßt sich eine gewisse Analogie zu der oben gemachten Aussage feststellen. Bleibt das Ertragsniveau des Fruchtfolgeweizens auf durchschnittlich 50 dz/ha ATM Korn, sinkt der Ertrag der konventionellen Monokultur auf 36 dz/ha ab. Es ist

das sowohl eine Folge der in den Anfangsjahren bereits genannten technischen Mängel, aber auch des zunehmenden Befalls mit Fußkrankheiten, die insbesondere 1971 für die verringerte Ertragsbildung ausschlaggebend waren. Wenn 1972 der Kornertrag wieder auf 45 dz/ha ansteigt, könnte hier der decline-Effekt bereits angedeutet sein. Eine endgültige Aussage können aber nur die Folgejahre geben (DEBRUCK 1972).

Die oben gemachten Ausführungen bezogen sich auf einen Ertrags- und Befallsvergleich des im konventionellen Anbau erzeugten Weizens. Stellt man nunmehr den biologisch-dynamischen Anbau gegenüber, folgt diese Düngungsweise in ihren Kornerträgen grundsätzlich der Monokultur. Sie setzen jedoch im Anlagejahr 1969 mit 36 dz erwartungsgemäß viel niedriger ein, was in der Ausnutzung des Stallmist- und Hühnerdung-Stickstoffs begründet ist. 1970 reichen weitere 400 dz Stallmist und 20 N über Hühnerdung in der N_1 -Stufe aus, um den Ertrag der konventionellen Monokultur zu erreichen. Dank der hohen Mineralisationsrate im Jahr 1971 lag hier trotz Einschränkung der Stallmistdüngung auf 200 dz/ha offensichtlich eine Depression durch Stickstoff vor, wie sie besonders in N_2 und N_3 zum Ausdruck kommt. 1972 hat sich die Nährstoffnachlieferung auf ein Maß eingespielt, die etwa mit der konventionellen Monovariante vergleichbar ist. So

ist das Ertragsverhalten auf der biologisch-dynamischen Parzelle weniger von den Infektionsunterschieden, die nur sekundär regulierend gewirkt haben können, sondern vielmehr von der Nährstoffnachlieferung in den einzelnen Versuchsjahren abhängig.

Die Strohserträge bestätigen grundsätzlich den Verlauf der Kornerträge, übertreffen aber 1971 überraschenderweise sogar die Kontrolle um 10 dz, als sie hier keiner Depression durch Stickstoff unterliegen.

Wesentlich deutlicher war der Bewirtschaftungseinfluß über den Zwischenfruchtaufwuchs (Wintergras) nach Tabelle 17 nachweisbar. Lag er nach der ersten Stallmistanwendung verständlicherweise nur 20 % über der Bezugsgröße (Variante I), konnte er in den Folgejahren auf Grund des durch die regelmäßige Stallmistzufuhr verbesserten N-Haushalts um rund 50 % gesteigert werden (siehe Bild 3). Lediglich 1971 ist der Mehrertrag mit 10 % vergleichsweise gering und durch das allgemein hohe Ertragsniveau begründet.

Diese Tatsache berechtigt zu der Annahme, daß nach den Anfangsjahren biologisch-dynamischer Düngung der zunächst verabfolgten hohen Stallmistgaben auf ein vertretbares Maß von 200 dz/ha jährlich reduziert werden können, wie das



Bild 3: Zwischenfruchtbau nach Sommerfurche
links: konventionell, rechts: biologisch-dynamisch

bereits an anderer Stelle besprochen wurde. Wird dazu ein leicht verfügbarer organischer N-Dünger, wie es der Hühnermist und zum Teil Oscorna darstellen, zur Hauptkultur als Startgabe zugefügt, darf eine volle Pflanzenernährung angenommen werden, die nach Tabelle 16 selbst auf lange Sicht gesehen zu keiner Un-terbilanz der Nährstoffe im Boden führt.

Eine wesentliche Unterstützung findet diese Aussage durch die Erträge der Versuchsreihen "Lehmkaute a₁". Diese Fläche, die seit 1968 im Sinne der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise organisch über Stallmist und Gründüngung

intensiv bewirtschaftet wurde, zeichnet sich neben einer der konventionellen Bewirtschaftung vergleichbaren Ertragshöhe auch durch eine Ertragssicherheit aus, die heute eines der entscheidenden Kriterien im Intensivpflanzenbau darstellt (siehe Tabelle 35).

Tabelle 35: Durchschnittserträge der Versuche "Lehmkaute a₁" im Vergleich zum Standortdurchschnitt Kauisch - Holzhausen 1969 - 1972
Angaben in dz/ha ATM

Jahr	Kartoffeln		Möhren		Sommerweizen		Sommergerste		Hafer	
	konv.	biol. dyn.	biol. dyn.		konv.	biol. dyn.	konv.	biol. dyn.	konv.	biol. dyn.
1969	(60) 81*	109					(70) 34,2	30,0		
1970	(60) 91*	83			(75) 40,2	38,0	(72) 33,6	46,0		
1971	(60) 100*	100			(86) 48,8	46,0			(77) 39,5	62,0
1972			110						(77) 39,1	44,0

* + 350 dz/ha Schafttiefstallmist; in () = kg/ha N mineralisch

Dazu zeichneten sich die Ernteprodukte, wie bei Kartoffeln und Möhren gezeigt werden konnte,

durch besonders guten Geschmack und Qualität aus.

Diese Ergebnisse basieren auf einer Verbesserung der wesentlichsten Bodenfruchtbarkeitsfaktoren. Erwartungsgemäß zeigen die Nährstoffgehalte im Boden nach dem ersten bzw. zweiten Versuchsjahr bei den kurzfristigen Versuchen "Gimberg" und "Steinersloh" nur wenig den Einfluß der Düngungssysteme. Lediglich bei den C-Gehalten ist bereits eine positive Tendenz durch die Stallmistzufuhr zu erkennen (siehe Anhang 6 und 7). Erst nach konsequenter Anwendung beider Anbausysteme über mehrere Jahre, wie in dem Versuch "Winterweizen in Fruchtfolge und Monokultur" und den Versuchen auf "Lehmauka 1", konnte damit nach den oben besprochenen Bilanzen gerechnet werden, daß die nach den konventionellen Methoden bestimmten Werte für N, K_2O , P_2O_5 und C nach Tabelle 23 und 36 ansteigen. So nahm im Versuch "Thormann" N auf der biologisch-dynamischen Parzelle gegenüber den konventionellen Varianten bis 1972 um rund 20 mg, K_2O um 20 mg, P_2O_5 um ca. 15 mg und der C-Gehalt um etwa 300 mg je 100 g Boden erheblich zu. Auch scheint die ständige Zufuhr von präpariertem Stallmist und der dadurch bedingte C-Anstieg mitverantwortlich zu sein dafür, daß zugeführte Kalkgaben stärker in der Krume abgebunden werden. So stieg nach der im Herbst 1971 verabfolgten Kalkdüngung von 20 dz/ha CaO der pH-Wert auf den Kontrollflächen bei

Ausgangswerten von 5,8 (Fruchtfolge) und 6,0 (Strohdüngung) um 0,3 pH (KCl), während auf der biologisch-dynamisch gedüngten Parzelle erwartungsgemäß ein höherer Anstieg von 6,3 auf 6,8 pH erfolgte.

Ähnlich war die Nährstoffentwicklung auf "Lehmkaute a₁" nach der Übersicht in Tabelle 36. Legt man die Nährstoffanalyse aus der Krume des angrenzenden Schlates einer getreidereichen Fruchtfolge als Vergleichsmaßstab zugrunde, so ergibt sich nach einem kontinuierlichen Anstieg mit der Versuchsdauer nach Ernte des vierten Versuchsjahres 1971 eine außergewöhnliche Anreicherung der Hauptnährstoffe und des C-Gehalts. Sie beträgt in der Krume ca. 20 mg K₂O, 20 mg P₂O₅, 10 mg N und 400 mg C je 100 g Boden. Nach einer Aufbringung von insgesamt 1.600 dz/ha Stallmist in fünf Jahren war dieser Sachverhalt zumindest für K₂O in diesem Umfang zu erwarten.

Eine derartige Mehrung des C-Gehalts von 300 - 400 mg/100 g Boden wird nach Literaturangaben mit vergleichbaren unpräparierten Stallmistgaben üblicherweise nicht erreicht (GLIMEROOTH 1958). Auch ein auf dem hiesigen Standort seit 1958 nunmehr 15 Jahre durchgeführter Versuch mit jährlichen Stallmistgaben von 200 dz/ha brachte keinen Hinweis auf eine Erhöhung des C-Gehalts, der je nach Jahreswitterung einer

Schwankung zwischen 800 und 1.000 mg C unterliegt (DEBRUCK noch unveröffentlicht). Ebenfalls ein Ausdruck erhöhter Stabilität des Humuskapitals ist die geringere Schwankung der C-Werte in den einzelnen Jahren auf den biologisch-dynamisch gepflegten Böden, wie das besonders 1971, einem Jahr erhöhter Mineralisation, ersichtlich wurde.

Tabelle 36: Bodenanalyse zu den Versuchsreihen auf "Lehmkaute a1"
Nährstoffe in mg/100 g Boden i.M.
der Versuche

	Tiefe cm	N	C	C/N	K ₂ O	P ₂ O ₅	pH
1969 n.E.	0-20	126	1200	9,5	32,5	31,5	6,10

1970 n.E.	0-20	120	1288	10,7	38,1	42,4	6,22
	20-40	90	943	10,4	21,8	32,8	6,17
1971 n.E.	0-20	119	1274	10,7	40,7	41,0	6,20
	20-40	105	1078	10,3	32,5	33,3	6,15
1972 7.Apr.	0-20	-	-	-	47,7	46,3	-
Konventionell:							
1969 n.E.	0-20	118	1146	9,7	21,2	21,7	6,10
1970 n.E.	0-20	114	1018	8,9	19,8	22,5	6,43
1971 n.E.	0-20	111	893	8,0	21,6	20,3	6,29

n.E. = nach Ernte

Da eine mineralische Fixierung nicht zu erwarten ist, kann damit gerechnet werden, daß den- noch ein guter "Umsatz" und damit eine gute Nährstoffdynamik gesichert ist, wie das durch die CO_2 -Atmungsmessungen nach Abbildung 12 und Tabelle 20 sowie durch die der konventionellen Bewirtschaftung vergleichbaren Ertragsleistungen aufgezeigt werden konnte. Die Erhöhung des C-Gehalts im Unterboden (20 - 40 cm) von "Lehm- kaute a₁" von rund 600 auf 1000 mg/100 g Boden könnte eine unmittelbare Folge der vertikalen Bodendurchmischung durch Regenwürmer sein, auf deren Konto auch die weitgehende Auflockerung des für den Standort typischen Staunässehorizonts geht. Diese Eigenschaften sowie die deutlich verbesserte Bodengare lassen eine bessere Wasserführung dahingehend erwarten, daß stauen- de Nässe vermieden und in Trockenperioden den- noch ausreichend Feuchtigkeit zur Verfügung steht. Wie anhand des Weizenmonokulturversuchs nachgewiesen, zeichnet sich der biologisch-dy- namisch behandelte Boden bei einer an sich schon hohen Regenwurmtätigkeit durch eine nach Tabelle 21 rund 35 - 70 % höheren Regenwurmbesatz aus. Nach FINCK (1952) und WATERS (1952) sowie zahl- reichen anderen Autoren, besteht ein unmittel- barer Zusammenhang zwischen Regenwurmbesatz und der Fruchtbarkeit eines Bodens. Im direkten Zu- sammenhang kann auch die Zunahme des Gesamtboden- volumens durch das deutlich vergrößerte Luftvolu- men in der Krume der biologisch-dynamischen Par-

zelle (siehe Abbildung 13) gesehen werden. Auch die Krümelstabilität nach dem Naßsiebverfahren wurde durch die organische Düngung erheblich gesteigert. Nach Tabelle 22 war der Anteil der stabilen Bodenkrümel > 5 mm ca. doppelt so groß. ZADRAZIL (1971) konnte in jüngster Zeit nachweisen, daß besonders das Ausmaß der Mikroorganismen-tätigkeit, das heißt die biologische Aktivität maßgeblichen Einfluß auf diese Vorgänge hat.

Ein mikrobieller Vergleich beider Böden sowie von biologisch-dynamisch präpariertem und unpräpariertem Stapelmist führte zu folgenden Ergebnissen, die mir freundlicherweise von Herrn Dr. E. Ahrens und Herrn Özcellik (Inst. f. Mikrobiologie Gießen) zur Verfügung gestellt wurden und im folgenden wiedergegeben sind. Auf Grund einer mündlichen Aussprache bewertet AHRENS vornehmlich die Zunahme des Azetobakter,

Tabelle 37

Art der Mikro- organismen	Boden biol.- dyn.	Boden konv.	StM präp.	StM	Nährboden
Azotobakter	506	168			Mannitagar
Pilze	160493	108433	2 Mio	0,9 Mio	Malzagar
Bakterien	19753086	25301204	750 Mio	590 Mio	Standart II
Streptomyc.	135802	192771	3,1 Mio	3,7 Mio	Haferflocken agar

Zahlen je 1 g trockener Boden. Die Zählung wurde nach der Koch'schen Plattenmethode durchgeführt.

worin er ein Anzeichen für eine bessere Durchlüftung sowie Phosphor- und Molybdänversorgung erblickt (AHRENS 1962). Außerdem ist das Ergebnis der beiden Stallmistformen interessant, wobei berücksichtigt werden muß, daß es sich bei einer einmaligen Probenahme um einen Tastversuch handelt. Hier sieht Ahrens in der Anreicherung mit Pilzen und Bakterien eine Förderung der Rotte, die gleichzeitig in einer geringen Erhöhung der CO_2 -Produktion von 15 % zum Ausdruck kommt. Somit kann gefolgert werden, daß bereits so geringe Mengen von nur ca. 1 g je m^3 der aus Kamille-, Schafgarbe-, Löwenzahn-, Baldiranblüten, Brennessel und Eichenrinde hergestellten Düngerpräparate stimulierend auf das Pilz- und Bakterienwachstum wirken.

Die Frage nach der spezifischen Wirkung des aus Quarzkristallmehl hergestellten Kieselpräparats (über die Herstellung der Präparate siehe STEINER 1929) wurde anhand der Feldfrüchte Zuckerrüben, Kartoffeln, Sommerweizen, Sommergerste und Hafer geprüft. Die Wirkung auf die Zuckerrübe wurde bereits oben besprochen. Zu Getreide war sie unterschiedlich. War im Versuch "Gimberg" (siehe Tabelle 13) zu Sommerweizen ein allgemeiner, wenn auch schwacher Anstieg der Kornerträge von durchschnittlich 6 % zu verzeichnen, blieb in beiden Sommerweizenversuchen auf "Lehmkaute a₁" bei höherem Ertragsniveau nach Tabelle 26 ein derartiger Einfluß weitgehend aus. Die Stroherträge wurden

allgemein um 7 % bis 8 % erhöht, blieben aber ebenfalls meist innerhalb der Fehlergrenze. Die oben erwähnte Kombination von Kuhdung- und Kieselpräparat (zusammengerührt) wirkte sich schwach negativ aus, was mit dem Ergebnis zu Zuckerrüben übereinstimmt.

In den Beschattungsversuchen zu Sommergerste und Hafer erhöhte das Kieselpräparat die Korn-erträge in geringem Ausmaß. Dabei kann bei natürlicher Belichtung in drei und bei Beschattung (50 % bis 65 % der natürlichen Lichtstärke) in sechs von sieben Fällen mit einer Sicherung der Mehrerträge gerechnet werden (siehe Tabelle 24 und 25), wenn eine Steigerung von 10 % als Fehlergrenze angenommen wird.

OKAMOTO (1961 b) kultivierte Si-gedüngte und Si-ungedüngte Reispflanzen unter vollem Tageslicht unter partieller Beschattung. Der Einfluß der Si-Düngung auf die Pflanzen war bei Beschattung stets größer. Das Trockengewicht und der Si-Gehalt waren bei Beschattung während der gesamten Vegetation geringer. Derselbe Autor (1961 a) berichtet, daß auf den Si-Parzellen der Gehalt der Pflanzen an red. Zuckern, nicht red. Zuckern, Stärke und Rohprotein im allgemeinen höher lag. Er vermutet, daß Silicium direkt oder indirekt an der Bildung von Kohlehydraten und Rohprotein beteiligt ist. Diese Hypothese würden auch die vorliegenden Untersuchungen stützen, so die bereits oben genannte höhere

Zuckerbildung bei Zuckerrüben. Auch kann durch die Vielzahl der Fälle in den Getreide- und Kartoffelversuchen von einer geringen Erhöhung des Rohproteins bei Anwendung des Kieselpräparats gesprochen werden. Sowohl die Erhöhung des Zuckergehalts als auch des Rohproteins können im Sinne einer Qualitätsverbesserung gewertet werden.

Die vorliegenden Ergebnisse und die von OKAMOTO können zu der Annahme führen, daß das Silicium in der Pflanze die Lichtausnutzung erhöht. TERENCEW (1951) stellte fest, daß in Gegenwart von Katalysatoren, die ein optisch aktives natürliches Mineral (zum Beispiel rechts- oder linksdrehenden Quarz) enthalten, die Synthese organischer Verbindungen unter Bildung von optisch aktiven Formen verläuft. Da SiO_2 im Getreidestroh in einer Größenordnung von immerhin 2 % bis 3 % i.TS. enthalten ist und bei den hiesigen Untersuchungen nur 10 g Quarzmehl/ha pro Spritzung zur Anwendung kam, kann hier keine Entscheidung getroffen werden, ob hier, wie vermutet wird, eine katalytische Wirkung vorliegt. Nach OKAMOTO (1964) reagierten Reispflanzen, die mehrmals mit einer 0,1-0,2 ppm Na_2SiO_2 -Lösung besprüht wurden, mit größerer Wuchshöhe, Anzahl der Blätter, höherer Bestockung, größerer Rispenzahl und höherer Trockenmasse bei der Ernte. Ebenfalls stieg die Anzahl der silicifizierten Zellen in der Blattspreite. Über den Wirkmechanismus konnten in der Literatur bei Anwendung so geringer Mengen keine Angaben gefunden werden.

Die im Feldversuch gefundene Zunahme von Stroh bei Sommerweizen um 7 % durch Kieselanwendung wurde auch im Gefäßversuch zu Sommerweizen nach Tabelle 28 bestätigt; sie wirkte sich in einer erheblichen Steigerung der Bruchfestigkeit um ca. 40 % bis 50 % aus. Die Kornerträge konnten hierbei wegen des ungenügenden und ungleichmäßigen Kornansatzes im klimatisierten Gewächshaus nicht ausgewertet werden. In einem Gefäßversuch zu Hafer 1972 konnte nach dreimaliger Kieselspritzung der Kornertrag von 62,0 g ($\pm$ 2,30 g) auf 71,6 g ($\pm$ 1,26 g) je Gefäß erhöht werden. Die Stroherträge waren hierbei mit 62,8 g ($\pm$ 0,65) und 63,9 g ($\pm$ 0,80) fast gleich. Unabhängig von Zuckerrüben und Getreide blieben die Kartoffelerträge 1970 in allen Kieselvarianten einheitlich um 7 % zurück, während 1971 dem Kieselpräparat keine definitive Wirkung zugeschrieben werden kann (siehe Tabelle 27). Richtet man das Augenmerk auf die Qualität der Kartoffel, macht sich jedoch ein gewisser Einfluß bemerkbar. Neben der bereits oben erwähnten Geschmacksverbesserung steigen Rohproteine und Mg-Gehalt nach Anhang 12 in allen untersuchten Fällen geringfügig an, was 1970 zum Teil an der etwas geringeren Ertragsbildung liegen könnte. Mg ist als 2-wertiges Kation besonders wertvoll für die Ernährung.

Bekanntlich wird behauptet, daß nicht nur bei Tieren und niederen Pflanzen (Algen) eine Beziehung zu außerterrestrischen Rhythmen besteht

(wie durch zahlreiche Versuche in der Literatur nachgewiesen), sondern auch für höhere Pflanzen eine solche Beziehung vorliegen soll. Die vorliegenden Versuche basieren dabei auf Vorversuchen von THUN (1968), denen der siderische Mondrhythmus zugrunde liegt. Die Auswirkung der Ergebnisse nach den Tabellen 29, 30, 31 und den Abbildungen 15, 16, 17 hat gezeigt, daß die Ergebnisse nicht nur auf Witterungseinflüsse zurückzuführen sind, da in fünf von sechs Fällen in zwei Jahren zu Gerste und Hafer der exakte Trigon-Vergleich zu einem positiven Ergebnis führte, indem das so.g. Frucht-Trigon mit um rund 10 % höheren Kornerträgen vorhanden war. Im dritten Versuchsjahr wurden bei Möhren in allen drei Fällen im s.g. Wurzel-Trigon die Maxima mit Mehrerträgen von ca. 20 % geerntet. Auch war ein Einfluß auf die Form der Möhren nachweisbar.

Unabhängig hiervon sinken die Erträge mit zunehmender Saatzeit, so daß die genannten Rhythmen nur unter der Voraussetzung in der Praxis wahrgenommen werden können, daß der Boden in gutem Bearbeitungszustand ist und spätsaatunempfindliche Früchte angebaut werden.

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, daß die biologisch-dynamischen Düngungs- und Pflegeverfahren und die Beachtung von Konstellationen zu hohen Erträgen führen können. Bei den Düngungsverfahren ergibt sich die Tatsache, daß mit den

organischen Düngern verhältnismäßig große Nährstoffmengen zur Anwendung gelangen. Außerdem bilden die regelmäßigen Gaben an organischer Substanz eine günstige Voraussetzung für alle biologischen Prozesse im Boden. Diese Forschungsrichtung stellt einen wichtigen Beitrag dar zur Erzeugung gesunder Pflanzenbestände und damit auch für entsprechende Nahrungsmittel. Es bleibt weiteren Versuchen vorbehalten, inwieweit die benutzten Methoden die Vermeidung von umweltbelastenden Pflanzenschutzmitteln ermöglichen. Außerdem ist zu prüfen, inwieweit bei der Erzeugung der zur Sicherung der Ernährung erforderlichen Erträge ökonomische Gesichtspunkte eine Rolle spielen.

6. Zusammenfassung

Die dieser Arbeit zugrunde liegenden Untersuchungen sollten Aufschluß darüber geben, inwieweit biologisch-dynamische Düngungs- und Pflegemaßnahmen Einfluß auf die Ertragsbildung verschiedener Feldfrüchte und auf einige Fruchtbarkeitsmerkmale des Bodens nehmen. Als Standort diente für die zwei- und teilweise mehrjährigen Versuche eine degradierte Parabraunerde aus LÖB. Die Arbeit führte zu folgenden Ergebnissen:

1. In zwei Versuchen zu Zuckerrüben konnte mit 600 dz/ha präpariertem Stallmist einschließlich 60 N über Hühnerdung das Ertragsniveau optimaler konventioneller Düngung (organisch und mineralisch) erwartungsgemäß nicht erreicht werden.
2. Im Folgejahr zu Sommerweizen wurden bei wiederholter Anwendung von biologisch-dynamisch präpariertem Stallmist in Aufwandmengen von 200 bzw. 400 dz/ha in den biologisch-dynamischen Varianten auf Grund der stärker positiven Nährstoffbilanz bei Gegenüberstellung der Düngung und Entzüge sowie der besseren Nährstoffausnutzung und Verwertung jedoch dem konventionellen Anbau vergleichbare Erträge erzielt.

3. Nach mehrjähriger Düngung mit biologisch-dynamisch präpariertem Stallmist (in den ersten zwei Jahren 400 dz bis 500 dz, in den Folgejahren je 200 dz/ha) und der Anwendung der Pflegepräparate aus Kuhdung (zur Bodenbearbeitung) und aus Quarzmehl (als Blattspritzung) wurden zu Winterweizen, Sommerweizen und Kartoffeln Erträge erzielt, die denjenigen bei konventioneller Düngung vergleichbar sind. Bei Sommergerste und Hafer brachte biologisch-dynamische Düngung teils gesicherte Mehrerträge.
4. Bei den genannten Früchten wurde der Einfluß des aus Quarzmehl gewonnenen "Kieselpräparats" auf das Ertragsverhalten untersucht. Konnten bei Zuckerrüben in allen Fällen gesicherte Mehrerträge erzielt werden, reagierten die untersuchten Getreidearten nur mit geringen Ertragszunahmen, die meist innerhalb der Fehlergrenze lagen. "Kuhdungpräparat" - sonst nur als Bodenpflegepräparat angewandt - in Kombination mit dem "Kieselpräparat" (zusammengerührt) als Blattspritzung hob die Kieselwirkung auf. Bei Lichtmangel durch Beschattung scheint von dem "Kieselpräparat" eine kompensatorische Wirkung feststellbar zu sein. Kartoffeln verhielten sich gegenüber diesem Präparat weitgehend indifferent.

5. Im Mitscherlich-Gefäß konnte durch "Kieselpräparat"-Anwendung bei Sommerweizen eine deutliche Zunahme der Bruchfestigkeit des Halms nachgewiesen werden, bei Hafer eine gesicherte Erhöhung des Kornertrags.
6. Auch sind bei Kieselsspritzung Änderungen qualitativer Eigenschaften der Pflanzen gefunden worden. So wurde die Zuckerbildung bei Zuckerrüben generell um 0,6 - 0,8 Einheiten der bereinigten Polarisation erhöht. Die Rohproteingehalte nahmen bei allen Getreide- und Kartoffelversuchen im Korn bzw. in der Knolle geringfügig zu. Der Geschmack bei Kartoffeln konnte verbessert werden.
7. Bei Sommergerste, Hafer und Möhren konnte in einjährigen Versuchen ein Effekt der Mondrhythmik in Bezug zu den Tierkreiszeichen nachgewiesen werden. Bei Stellung des Mondes in den Sternbildern des s.g. Frucht-Trigons zur Aussaat und Bodenbearbeitung reagierten die Kornerträge teilweise gesichert positiv. Das s.g. Wurzel-Trigon brachte bis zu 20 % höhere Möhrenerträge. Witterungseinflüsse können jedoch die Wirkung stören.
8. Es fanden sich Anhaltspunkte, daß die Düngerpflegepräparate Einfluß auf die Umsetzungsvorgänge im Stapelmist nehmen.

9. Der biologisch-dynamisch gedüngte Boden wurde erwartungsgemäß dank der regelmäßigen Stallmistgaben stark mit K_2O (+ 20 mg/100 g Boden) und P_2O_5 (+ 15 mg) angereichert. Die Zunahme von 300 - 400 mg C/100 g Boden in der Krume und ca. 400 mg C im Unterboden (20 - 40 cm) war unerwartet und ungewöhnlich hoch.
10. Es konnte eine Zunahme der Regenwurmtätigkeit, des Luftvolumens und der Krümelstabilität nachgewiesen werden. Außerdem erschien nach fünf Jahren biologisch-dynamischer Düngung der für den Standort typische Staunässehorizont bei einer Profilansprache weitgehend aufgelockert. Die Bodengare wurde sichtlich verbessert.
11. Auf Grund der gefundenen Ergebnisse ergaben sich in der Diskussion Anregungen für eine vertiefte Klärung der mit der Versuchsanstellung angeschnittenen Probleme.

7. Literaturverzeichnis

- Ahrens, E., 1962: Wirkung der Mineraldünger auf den Azotobaktergehalt verschiedener Böden. Organischer Landbau 6/1962, 114-115
- Albrecht, Wm. A., 1955: Quality as Feed, not only Quantity as Crop, demonstrates of Soil-Fertility. Nat. Food and Farming, Vol. 2 No. 9, Dec. 1955
- Allen, N., Walker, R. L. and L. C. Fife, 1954: Persistence of BHC, DDT and Toxaphene in soil and the tolerances of certain crops to their residues. US Dept. Agr. Technic Bull. 1090
- Anderson, B.G., 1960: Toxicity of organic insecticides to Daphnia. Transact. Zool. Seminar Biolog. Problems in Water Pollution
- Bartsch, E., 1933: Prüfung auf biologische Wertigkeit bei biologisch-dynamisch und mineralisch gedüngtem Weizen. Not der Landwirtschaft 3. Auflage, Anlage XXIII 79 ff.
- Bauer, K., 1964: Studien über Nebenwirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Bodenfauna. Mitt. a. d. Biol. Bundesanst. f. L. u. Forstw. Berlin, H. 112

- Bockmann, H., 1963: Künstliche Freilandinfektionen mit den Erregern der Fuß- und Ährenkrankheiten des Weizens. II. Die Infektionswirkung und ihre Beurteilung nach dem Schadbild. Nachrichtenbl. d. Dtsch. Pflanzenschutzdienstes 15, 3, 33-37
- Boguslawski, E. v., 1942: Die "Ertragsflächenmethode" zur gegenseitigen Abstufung von zwei Wachstumsfaktoren. Pflanzenbau 18, 129-149
- Boguslawski, E. v., u. Lenz, K. O., 1958: Untersuchungen über mechanische Widerstandsmessungen mit einer Rammsonde auf Ackerboden (1. Mitteilung), Z. Acker- und Pflanzenbau, 106, 245-255
- Boguslawski, E. v., u. Lenz, K. O., 1959: Untersuchungen über mechanische Widerstandsmessungen mit einer Rammsonde auf Ackerboden (2. Mitteilung), Z. Acker- und Pflanzenbau, 109, 33-45
- Boguslawski, E. v., Limberg, P., u. Schneider, B., 1962/63: Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der Ertragsbildung. Z. f. Acker- und Pflanzenbau Bd. 116, Heft 3, 231-256
- Boguslawski, E. v., 1970: Intensivpflanzenbau in der Biosphäre, Ergebnisse landwirtschaftlicher Forschung H. XI
- Boguslawski, E. v., u. Debruck, J., 1970: Stroh- und Gründüngung in Getreidebetrieben. DLG, H. 33, 1104-1110

- Boguslawski, E. v., 1971: Ökologische Probleme der Landnutzung. Arbeitsgemeinschaft zur Verbesserung der Agrarstruktur in Hessen e.V., Sonderheft Nr. 42
- Boguslawski, E. v., u. Debruck, J., 1972: Zwischenfrucht-Gründüngung bei starkem Getreidebau. Mitt. d. DLH 1972, 87, H. 20
- Czeratzki, W., 1957: Untersuchungen über Krümelstabilität an einem Kalkversuch. Z. Pflanzenern., Düngung u. Bodenk. 78, 121
- Debruck, J., 1972: Pflanzenbau und Integrierter Pflanzenschutz. Ergebnisse landw. Forschung an der Justus-Liebig-Universität, H. XXIII
- De Vries, A., 1958: Health from the soil. Chandler Book Co., Chicago 111
- Diercks, R., u. Bachthaler, G., 1969a: Beziehungen zwischen steigenden Getreideanteilen in der Fruchtfolge und antiphytopathogenem Potential des Bodens. Z. Pflanzenkh. (Pflpath.) u. Pflanzenschutz 76
- Diercks, R., u. Bachthaler, G., 1969b: Zum antiphytopathogenen Potential des Bodens bei steigenden Getreideanteilen in der Fruchtfolge. Mitt. d. biol. Bundesanst. f. Land- u. Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, H. 132, 33-35

- Diercks, R., Obst, A., u. Bachthaler, G., 1970: Ist fortgesetzter Getreidebau im Hinblick auf Fußkrankheiten möglich? Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschd. 22, 51-58
- Fyfe, A., 1967: Die Signatur des Mondes im Pflanzenreich, Stuttgart 1967
- Gerlach, M., 1968: Introduction of Ophiobolus graminis into new polders and its decline. Netherlands I. Plant Pathol. 74, Suppl. 2, 97 pp
- Glimeroth, G., 1958: Untersuchungen über den Einfluß organischer Düngung, Pflanzenbestand und Bearbeitung auf Humusgehalt und Aggregateneigenschaften eines Lößlehms. Z. Acker- u. Pflanzenbau 105, 353-376
- Grone-Gültzow, J. v., 1929a: Wie verhält sich der Regenwurm in biologisch-gedüngtem Boden? Gäa-Sophia, Bd. IV Landwirtschaft, Dornach (Schweiz)
- Grone-Gültzow, J. v., 1929b: Einfluß der Düngung auf die Futterqualität. Demeter, Jahrgang VI, Nr. 9
- Grone-Gültzow, J. v., 1931: Futterwahlversuch mit weißen Mäusen. Demeter, Jahrgang VI, Nr. 9
- Heinze, H., 1967: Vom biologisch-dynamischen Prinzip. Ztschr. Lebendige Erde 1967, H. 5

- Horn, H. G., 1965: Eine neue Meßtechnik zur Beurteilung der Standfestigkeit von Getreide und ihre Anwendung bei mit CCC behandelten Pflanzen. Dissertation Gießen 1965
- Horsfall, J. G., and Dimond, A. E., 1957: Interactions of tissue sugar, growth substances and disease susceptibility. Z. f. Pflkrankh. 1957
- Jagnow, G., 1966: Die Umwandlung der Stickstoffformen als Leistung der Bodenorganismen. Organ. Landbau H. 3
- Jahn-Deesbach, W., u. Weipert, D., 1967: Über durch Spätdüngung verursachte Veränderungen im Getreidekorn. Z. f. Acker- u. Pflanzenbau 125, 211-218
- Jahn-Deesbach, W., Marquard, R., u. Schipper, A., 1970: Untersuchungen über den Einfluß von Sorte und Stickstoffdüngung auf die Eiweißfraktionen von Weizen und Gerste. Z. Acker- u. Pflanzenbau 125, 211-218
- Karg, W., 1962: Besonderheiten der Mikroarthropoden in Kulturböden sowie ihre Beeinflussung durch Pflanzenschutzmittel. Sonderdruck aus Tagungsberichten d. Dtsch. Akademie für Landwirtschaftswissenschaften

- Kloke, A., 1963: Die Humusstoffe des Bodens als Wachstumsfaktoren. Verl. Parey, Berlin-Hamburg, Habil.-Schrift
- Könnecke, G., 1967: Fruchtfolgen. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin
- Köpf, H. v., 1952: Laufende Messung der Bodenatmung im Freiland. Z. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenkde. 4, 186-194
- Köpf, H. v., 1953: Die Temperatur/Zeit-Abhängigkeit der Bodenatmung. Z. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenkde. 61, 29-48
- Lang, H. J., u. Birukow, G., 1964: Lunarperiodische Schwankungen der Farbempfindlichkeit beim Guppy (*Lebistes reticulatus*). Nachrichten v.d. Akad. d. Wissensch. in Göttingen 1964
- Lichtenstein, E. P., 1957: DDT accumulation in midwestern orchard and crop soils treated since 1945. J. econ. Entomol. 50, 545-547
- Lundegardh, H., 1924: Der Kreislauf der Kohlensäure in der Natur. Jena 1924
- Lüdecke, H., 1950: Untersuchung über das Verhältnis von löslicher Asche und schädlichem Stickstoff zur Polarisation von Zuckerrüben. Zucker 18, 402-410

- Müller, D., 1962: Über jahres- u. Lunarperiodische Erscheinungen bei einigen Braunalgen. *Botanica Marina* 4, 140
- Müller, P., 1963: Nichtsymbiontische Fixierung von Luftstickstoff. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.*, 73, 342
- Nienstedt, E. F., 1966: Zur Nitratfrage bei Futterpflanzen. *Das Wirtschaftseigene Futter H.* 4, 337-345
- Nitzsch, W., 1926: Eine Methode zur physikalischen Untersuchung von Ackerböden in natürlicher Lagerung. *Pflanzen* 2, 245-250
- Okamoto, Y., 1961a: IV Effects of silica upon the metabolism of carbohydrates in the rice plants. *Proc. Crop. Sci. Soc. (Japan)* 28, 35-40 (1959); Ref. in *Landw. Zentralblatt* 1139 (1961)
- Okamoto, Y., 1961b: VI Effects of silica application on the growth of rice grown under limited sun light. *Proc. Crop. Sci. Soc. (Japan)* 28, 35-40 (1959); Ref. in *Landw. Zentralblatt* 1139 (1961)
- Okamoto, Y., 1964: Effects of silicic acid absorbed from the surface of leaves on the growth of rice plants. *Proc. Crop. Sci. Soc. (Japan)* 32, 61-65 (1963); Ref. in *Soils and Fertilizers* 27, 164 (1964)

- Papi, 1954: La luna come fattore di orientamento degli animali. Bull. Instit. Mus. Zool. Universit. Torino 4, H. 1-4, 1954
- Pfeiffer, E., 1956: Die Fruchtbarkeit der Erde. Rudolf Gering Verlag (Dornach/Schweiz)
- Pfeiffer, E., 1931a: Pflanzenversuche zur biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise. Ztschr. Demeter 1931 H. 7
- Pfeiffer, E., 1931b: Vergleichender Fütterungsversuch mit mineralisch gedüngtem und biologisch gedüngtem Getreide. Ztschr. Demeter Jahrgang VI, Nr. 5
- Pfeiffer, E., u. Sabarth, E., 1932/33: Vergleichender Fütterungsversuch mit Hühnern. I. Ztschr. Demeter Jahrgang VII, Nr. 11; Vergleichender Fütterungsversuch mit Hühnern. II. Demeter Jahrgang IX, Nr. 1
- Pfeiffer, E., Künzel, M., u. Sabarth, E., 1935: Versuche zur Wirkung der Präparate 500, 501 sowie 502 - 507. Ztschr. Demeter Jahrgang VII, Nr. 11
- Primavesi, A. et al., 1964: A Biocenose do Solo na Producao. Vegetal. Santa Maria 1964
- Rauterberg, E., u. Kremkus, F., 1951: Bestimmung von Gesamtjhumus und alkalilöslichen Humusstoffen im Boden. Z. d. Pflanzenern., Düng. u. Bodenkde. 54, 240

- Remer, N., 1933: Der Kiesel und seine Bedeutung
f. d. Landwirtschaft. Demeter Mon.
Schr. S. 86
- Richter, J., 1972: Zur Methodik des Bodengas-
haushalts, II Ergebnisse und Diskussion.
Z. f. Pflanzenern. u. Bodenkde. 1972, H.3
- Ronnenberg, A., 1972: Ökonomische Aspekte der bio-
logisch-dynamischen Wirtschaftsweise -
Konsequenzen für den Einzelbetrieb und
für den Produktmarkt. Diplomarbeit. Inst.
f. Agrarökonomie Göttingen
- Rudd, R. L., 1964: Pesticides and the living Land-
scape. The University of Wisconsin Press,
New York
- Sauerlandt, W., u. Tietjen, C., 1970: Humuswirt-
schaft des Ackerbaus. DLG-Verlag Frankfurt
a.M.
- Schuphan, W., 1965: N-Überdüngung als Ursache hoher
Nitrat- und Nitritgehalte des Spinats in
ihrer Beziehung zur Säuglings-Methämoglo-
binämie. Z. Lebensmittel-Unters. u.-Forsch.
1965
- Schwenk, T., 1967: Bewegungsformen des Wassers.
Nachweis feiner Qualitätsunterschiede mit
der Tropfenbild-Methode. Stuttgart 1967
- Sheals, J. G., 1955: Effects of DDT and HCH on
Soil Collembola and Acarina. In Kevan,
Soil Zoology, London S. 241-250

- Steiner, H., u. Baggiolini, M., 1968: Anleitung zum integrierten Pflanzenschutz im Obstbau. Stuttgart
- Steiner, R., 1924a: Landwirtschaftlicher Kurs 7. - 16.6.1924, Dornach (Schweiz), 2. Auflage 1963
- Steiner, R., 1924b: Erdenleben und Sternenwirken. Vortrag 9.9.1924, Dornach (Schweiz) 1957 S. 35
- Tallarico, G., 1931: Der biologische Wert der Produkte des mit tierischem oder künstlichem Dünger behandelten Bodens. Berichte der R. Accademia Nazionale dei Lincei. Math.-naturw. Abt., Bd. XIII, Reihe 6, I. Rom, Februar 1931
- Thun, M., 1967: Anbauversuche über Zusammenhänge zwischen Mondstellung im Tierkreis und einzelnen Kulturpflanzen. Forschungsring für biol.-dyn. Wirtschaftsweise, Darmstadt 1967
- Thun, M., u. Heinze, H., 1968: Weitere Berichte über Mondkonstellationen und Wachstum von Kulturpflanzen. Nachbauversuche und Auswirkungen von Quarzbehandlungen. Forschungsring für biol.-dyn. Wirtschaftsweise, Darmstadt 1968

- Thun, M., 1973a: Aussaat-Tage 1973, Jahrgang 11
- Thun, M., 1973b: Gedanken und Erfahrungen zum
Kieselpräparat, Lebendige Erde 3, 84-88
- Terentjew, A. P., u. Klabunowski, E. I., 1951:
Zum Problem der absoluten asymmetrischen
Synthese. Uc. zap. MGU, H. 151, Teil
VIII, S. 145
- Treadwell, F. P., 1947: Tabellen und Vorschriften
zur quantitativen Analyse. Wien 1947
- Udall, S. L., 1966: Wandernde Gifte. Verlag Boden
und Gesundheit, Langenberg
- Voisin, A., 1965: Fertilizer Application, Soil,
plant, animal. London 1965
- Warburg, 1956: Über den chemischen Mechanismus
der Kohlensäureassimilation. Naturwissen-
schaften 43, S. 237
- Wynd, F. L., 1952: Feed the Soil. The Scientific
Monthly. Vol. 74, No. 4, 1952
- Zadrazil, F., 1971: Der Einfluß von langjährigen
Düngungsmaßnahmen mit Stroh- und Grün-
düngung sowie Stickstoffdüngung auf eini-
ge physikalische, chemische und biolo-
gische Bodeneigenschaften. Diss. Gießen

8. Anhang

Anhang 1

Nährstoffgehalte in % zur abs. TM und Nährstoffzufuhr in kg/ha der verwendeten org. Dünger
Hauisch - Holzhausen 1969-1972

		N	K	P	Ca	Mg	Na	% org. S.	% ATM
Stallmist-Herbst 1968		2,52	3,88	0,63	0,96	0,47	0,52	n.b.	24,6
Vers.: "W-Weizen in Fruchtfl.u.M."	400 dz	252	382	62,2	94,3	46,4	51,4	"	
Stallmist-Herbst 1969		2,09	2,35	0,56	1,96	0,64	0,31	46,0	32,3
Vers.: "W-Weizen in F." "Gimberg"	400 "	270	304	72,4	253	82,8	40,0	5944	
Stallmist präpariert		2,20	3,77	1,26	1,15	0,47	0,53	62,0	22,5
Vers.: "W-Weizen in F." "Gimberg"	300 "	149	254	85,2	77,7	31,8	35,7	4185	
"Lehmkaute a ₁ "	400 "	198	339	114	104	42,4	47,6	5580	
	500 "	248	424	142	130	53,0	59,5	6975	
	600 "	297	508	170	155	63,6	71,4	8370	
Stallmist präpariert - Herbst 1970		2,88	3,75	1,20	1,03	0,44	0,42	77,9	19,7
Vers.: "W-Weizen in F." "Gimberg"	200 "	114	148	47,2	40,6	17,4	16,6	3066	
"Steinersloh"	300 "	170	221	70,8	60,9	26,1	24,9	4599	
"Lehmkaute a ₁ "	400 "	227	295	94,4	81,4	34,8	33,2	6132	
	600 "	340	443	142	122	52,2	49,8	9198	
Stallmist-Herbst 1971		2,10	5,12	0,52	1,30	0,80	1,20	60,7	20,2
Vers.: "W-Weizen in F."	400 "	170	414	42,0	105	64,6	97,0	4905	
Stallmist präpariert		1,79	4,03	0,47	1,14	0,74	1,00	58,5	24,3
Vers.: "W-Weizen in F"	200 "	87,0	196	22,8	55,4	36,0	48,6	2843	
Stallmist präpariert		2,38	6,10	0,76	1,65	0,47	0,81	63,8	21,1
Vers.: "Lehmkaute a ₁ "	200 "	100	257	32,1	69,6	19,8	34,2	2692	
"Terragon" (getrockneter Hühnerdung)		6,25	2,30	2,37	0,71	0,65	0,04	86,4	79,4
bei 20 kg N/ha		20,0	7,4	7,6	2,3	2,1	0,13	276	
" 30 " "		30,0	11,1	11,4	3,4	3,1	0,19	415	
" 40 " "		40,0	14,8	15,2	4,5	4,2	0,26	553	
" 60 " "		60,0	22,2	22,8	6,8	6,2	0,38	830	
Rübenblatt- Herbst 1970		2,01	3,85	0,35	1,05	0,57	0,77		
Vers.: "Gimberg"	400 dz	133	256	23,2	69,7	37,8	51,1		
"Oscorna" (Horn-Knochen-Blutmehl)		5,13	1,30	3,21				55,6	85,5
bei 30 kg N/ha		30,0	7,61	18,8				325	

Anhang 2

Angaben zur Gründung

Rauisch - Holzhausen 1969-1972

		N	K	P	Ca	Mg
Raps 1969	"Stroh eingemulcht"	Blatt	4,155	4,800	0,618	1,875
	Wurzel	Wurzel	1,720	2,650	0,472	0,600
	"biol.-dyn."	Blatt	4,468	6,200	0,646	1,725
	Wurzel	Wurzel	2,053	2,750	0,480	0,630
1970	"Stroh eingemulcht"	Blatt	3,140	4,440	0,546	1,550
	Wurzel	Wurzel	1,739	3,225	0,580	0,625
	"biol.-dyn."	Blatt	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
	Wurzel	Wurzel	2,689	4,400	0,642	0,600
1971	"Stroh eingemulcht"	Blatt	3,323	4,100	1,530	1,700
	"biol.-dyn."	Blatt	3,013	4,875	1,568	1,450
Senf 1970	"Steinersloh" I	Blatt	1,200	7,930	0,653	3,130
	Wurzel	Wurzel	1,050	5,730	0,454	0,980
	II, III	Blatt	1,190	8,165	0,625	2,850
	Wurzel	Wurzel	1,010	5,730	0,489	1,015
Senf 1970	"Lehmkaute a ₁ "	Blatt	1,540	6,750	0,720	2,950
	Wurzel	Wurzel	1,240	6,550	0,516	1,100
Oberirdische Masse						Grobwurzelmasse
		dz/ha FM	ATM %	dz/ha ATM	dz/ha FM	ATM %
Senf 1970	"Steinersloh" I	235	10,8	25,2	20,1	15,7
	II, III	297	10,6	31,5	25,7	15,4
Senf 1970	"Lehmkaute a ₁ "	407	10,1	41,1	36,0	15,0
						5,40

Versuch "Gimberg" zu Zuckerrüben

Rauisch - Holzhausen 1970

Nährstoffgehalte in % zur ATM

		I				II				III			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
<u>Rübe</u>	N	0,510	0,530	0,550	0,540	0,580	0,560	0,520	0,490	0,540	0,540	n.b.	0,530
	K	0,820	0,960	0,880	0,960	0,850	0,875	0,865	0,770	0,875	0,900	"	0,960
	P	0,166	0,174	0,177	0,166	0,180	0,190	0,187	0,167	0,172	0,176	"	0,191
	Ca	0,120	0,110	0,120	0,110	0,120	0,105	0,100	0,130	0,095	0,100	"	0,100
	Mg	0,170	0,170	0,185	0,190	0,170	0,175	0,170	0,165	0,175	0,190	"	0,180
	Na	0,021	0,022	0,023	0,029	0,029	0,029	0,027	0,025	0,028	0,025	"	0,029
		IV				V				VI			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
	N	0,710	0,640	0,620	0,700	0,570	0,560	n.b.	0,570	0,490	0,570	0,640	n.b.
	K	0,910	0,800	0,850	0,880	0,995	0,825	"	0,920	0,680	0,835	0,880	"
	P	0,182	0,144	0,173	0,190	0,190	0,178	"	0,164	0,180	0,168	0,169	"
	Ca	0,080	0,080	0,080	0,080	0,090	0,090	"	0,085	0,090	0,090	0,080	"
	Mg	0,175	0,150	0,140	0,170	0,165	0,135	"	0,140	0,160	0,150	0,150	"
	Na	0,032	0,023	0,027	0,029	0,037	0,023	"	0,023	0,020	0,022	0,022	"
		I				II				III			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
<u>Blatt</u>	N	1,960	1,910	1,820	2,150	1,940	1,950	1,800	1,870	2,140	2,130	1,980	1,940
	K	4,600	5,500	5,500	5,750	5,400	5,300	5,150	5,150	5,500	5,800	5,300	4,500
	P	0,290	0,340	0,320	0,336	0,336	0,370	0,338	0,322	0,307	0,334	0,346	0,320
	Ca	1,188	1,550	1,375	1,525	1,450	1,425	1,388	1,225	1,300	1,250	1,125	1,413
	Mg	0,850	0,890	0,740	0,850	0,870	0,850	0,810	0,725	0,800	0,700	0,750	1,100
	Na	1,000	1,045	0,975	1,225	0,995	1,005	0,955	0,910	1,250	1,125	0,975	1,205
		IV				V				VI			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
	N	2,020	2,082	1,760	2,320	1,980	1,770	1,990	1,910	1,970	1,950	2,000	2,350
	K	5,100	6,050	5,000	6,450	5,550	5,450	5,450	5,500	6,250	5,600	5,350	5,750
	P	0,264	0,294	0,243	0,278	0,347	0,325	0,268	0,274	0,365	0,358	0,276	0,299
	Ca	1,000	1,038	0,863	1,163	1,313	1,325	1,050	0,875	1,625	1,450	1,088	1,250
	Mg	0,680	0,775	0,610	0,790	0,785	0,800	0,745	0,550	0,955	0,890	0,805	0,855
	Na	1,155	1,140	0,940	1,285	0,730	0,875	1,035	0,970	0,780	0,995	1,105	1,440

Anhang 4

Versuch "Steinersloh" zu Zuckerrüben

Rauisch - Holzhausen 1971

Nährstoffgehalte in % zur ATM

		I				II				III			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
<u>Rübe</u>	N	0,810	0,690	0,930	0,790	0,760	0,740	0,740	0,840	0,790	0,740	0,740	0,690
	K	1,030	0,990	1,090	0,980	0,940	0,910	0,830	1,040	0,970	1,000	0,970	0,920
	P	0,145	0,164	0,186	0,160	0,145	0,156	0,156	0,166	0,173	0,164	0,156	0,139
	Ca	0,165	0,160	0,180	0,150	0,140	0,145	0,140	0,150	0,140	0,150	0,150	0,130
	Mg	0,230	0,230	0,250	0,220	0,218	0,218	0,212	0,228	0,214	0,204	0,214	0,190
	Na	0,116	0,075	0,120	0,064	0,120	0,094	0,093	0,083	0,077	0,085	0,072	0,099

		IV				V				VI			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
	N	0,730	0,710	0,760	0,860	0,600	0,670	0,700	0,740	0,620	0,730	0,870	0,880
	K	1,000	1,020	1,050	1,130	0,860	0,860	0,970	1,050	0,820	0,940	1,000	1,090
	P	0,146	0,140	0,164	0,174	0,162	0,155	0,154	0,155	0,156	0,146	0,166	0,174
	Ca	0,140	0,140	0,140	0,135	0,155	0,140	0,125	0,130	0,145	0,145	0,135	0,150
	Mg	0,194	0,164	0,190	0,204	0,208	0,208	0,210	0,204	0,210	0,218	0,230	0,228
	Na	0,057	0,046	0,061	0,057	0,045	0,046	0,054	0,063	0,061	0,070	0,074	0,097

		I				II				III			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
<u>Blatt</u>	N	2,490	2,090	2,120	2,130	2,070	2,150	2,620	2,310	2,300	2,130	2,070	2,250
	K	3,850	4,250	4,000	4,230	3,750	3,750	3,550	4,200	4,030	4,450	4,350	3,950
	P	0,202	0,218	0,224	0,207	0,216	0,238	0,242	0,234	0,230	0,264	0,248	0,240
	Ca	1,025	1,125	1,125	1,125	1,075	1,075	1,075	1,075	1,150	1,050	1,200	1,088
	Mg	0,825	0,825	0,845	0,845	0,900	0,950	1,025	0,975	0,875	0,950	0,970	0,935
	Na	2,235	1,980	2,295	2,235	2,730	2,670	2,738	2,595	2,895	2,700	2,558	2,633

		IV				V				VI			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
	N	2,190	2,240	2,020	2,230	1,950	2,040	2,140	2,210	2,080	2,240	2,280	2,350
	K	4,700	4,730	5,550	5,000	5,080	5,400	5,400	5,555	4,700	4,000	4,550	4,200
	P	0,200	0,216	0,228	0,204	0,244	0,219	0,216	0,210	0,239	0,230	0,228	0,232
	Ca	1,075	1,063	1,325	1,225	1,238	1,188	1,188	1,075	1,100	0,925	1,100	0,900
	Mg	0,825	0,900	0,950	0,905	0,850	0,805	0,790	0,795	0,880	0,795	0,880	0,715
	Na	2,100	2,025	2,018	1,988	1,515	1,815	1,995	1,830	2,588	2,475	2,595	2,040

Anhang 5

Versuch "Gimberg" zu Sommerweizen

Rauisch - Holzhausen 1971

Nährstoffgehalte in % zur ATM

		I				II				III			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
<u>Korn</u>	N	1,840	1,800	2,010	1,870	1,870	1,940	1,940	1,980	1,910	1,930	1,960	1,980
	K	0,500	0,475	0,625	0,520	0,500	0,475	0,490	0,480	0,490	0,457	0,470	0,455
	P	0,466	0,414	0,534	0,453	0,449	0,442	0,458	0,434	0,452	0,441	0,468	0,427
	Ca	0,068	0,065	0,080	0,070	0,066	0,068	0,070	0,065	0,065	0,059	0,063	0,060
	Mg	0,173	0,155	0,192	0,157	0,146	0,155	0,170	0,155	0,169	0,155	0,169	0,148
	Na	0,011	0,006	0,006	0,008	0,009	0,008	0,008	0,009	0,008	0,007	0,007	0,008
		IV				V				VI			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
	N	1,920	1,990	1,940	2,000	1,990	1,980	2,000	1,960	2,120	2,260	2,290	2,310
	K	0,470	0,460	0,498	0,470	0,460	0,448	0,450	0,478	0,461	0,493	0,460	0,428
	P	0,423	0,407	0,449	0,437	0,456	0,437	0,445	0,447	0,474	0,429	0,468	0,445
	Ca	0,064	0,065	0,069	0,068	0,064	0,068	0,065	0,065	0,068	0,063	0,063	0,063
	Mg	0,135	0,146	0,158	0,152	0,171	0,154	0,156	0,160	0,154	0,144	0,157	0,140
	Na	0,008	0,009	0,012	0,009	0,009	0,008	0,008	0,007	0,012	0,009	0,009	0,006
		I				II				III			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃
<u>Stroh</u>	N	0,230	0,220	0,210	0,200	0,220	0,220	0,200	0,230	0,240	0,210	0,240	0,230
	K	1,150	1,140	1,220	1,200	1,240	1,220	1,270	1,230	1,440	1,290	1,400	1,660
	P	0,064	0,076	0,068	0,066	0,071	0,068	0,068	0,072	0,085	0,076	0,084	0,080
	Ca	0,255	0,240	0,230	0,240	0,250	0,230	0,210	0,210	0,240	0,210	0,230	0,210
	Mg	0,108	0,110	0,090	0,110	0,112	0,090	0,084	0,080	0,058	0,104	0,104	0,120
	Na	0,016	0,011	0,022	0,010	0,028	0,030	0,030	0,040	0,028	0,034	0,028	0,028
		IV				V				VI			
		P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃	N ₀	N ₁	N ₂	N ₃
	N	0,250	0,240	0,230	0,250	0,210	0,290	0,290	0,320	0,240	0,300	0,380	0,340
	K	1,750	1,750	1,650	1,640	1,240	1,480	1,520	1,740	1,580	2,020	1,980	1,790
	P	0,077	0,070	0,066	0,069	0,076	0,078	0,078	0,093	0,062	0,088	0,090	0,088
	Ca	0,210	0,195	0,195	0,195	0,200	0,200	0,215	0,225	0,200	0,220	0,235	0,240
	Mg	0,090	0,070	0,072	0,074	0,104	0,108	0,106	0,116	0,092	0,120	0,118	0,104
	Na	0,016	0,017	0,017	0,016	0,010	0,019	0,011	0,011	0,017	0,019	0,019	0,015

Biologisch-dynamische Bewirtschaftung und konventioneller Anbau

Rauisch - Holzhausen; Versuch "Gimberg"

Nährstoffe in mg/100 g Boden

nach Zuckerrüben 1970							nach Sommerweizen 1971						
Variante	N	C	C/N	K ₂ O	P ₂ O ₅	pH(KCl)	Variante	N	C	C/N	K ₂ O	P ₂ O ₅	pH(KCl)
I 300 dz/ha StM	120	1210	10,1	20,7	16,0	6,00	200 dz/ha StM	119	1200	10,1	28,5	13,3	5,70
II 600 "	130	1300	10,0	23,3	17,0	5,95	400 "	121	1260	10,4	28,0	15,8	5,83
III 600 " +60N (Hühnerdg.)	121	1300	10,7	21,8	17,0	5,85	400 " +40N (Hühnerdg.)	122	1270	10,4	29,0	17,0	5,88
IV -----	118	1180	10,0	19,0	17,0	5,80	-----	115	1160	10,5	18,2	15,3	5,85
V N ₀ -----	113	1150	10,2	20,8	14,0	5,68	-----	116	1100	9,5	22,0	14,5	5,80
V N ₂ -----	116	1180	10,2	17,4	13,8	5,73	-----	116	1140	9,8	18,0	12,5	5,75
VI N ₀ 400 dz/ha StM	130	1170	9,0	22,0	18,0	5,85	400 dz/ha Rüben- blatt	123	1210	9,8	31,0	19,0	5,93
VI N ₂ 400 "	132	1180	8,9	22,5	17,5	5,88	400 "	115	1220	10,6	26,0	17,0	5,90

Anhang 7

Biologisch-dynamische Bewirtschaftung und konventioneller Anbau

Rauisch - Holzhausen 1971; Versuch "Steinersloh"

Nährstoffe in mg/100 g Boden

Variante	N	C	C/N	K ₂ O	P ₂ O ₅	pH(KCl)
Vor Anlage Herbst 1970	94,4	750	8,0	19,1	14,5	6,10
nach Ernte Zu-Rüben						
I 300 dz/ha StM	92,3	1010	10,9	31,0	19,5	6,28
II 600 " "	90,2	1110	12,3	38,5	24,8	6,40
III 600 " " +60N(Hühnerdg.)	100	1060	10,6	43,0	24,0	6,50
IV -----	95,6	940	9,8	33,2	23,5	6,33
V N ₀ -----	88,9	850	9,6	34,7	22,5	6,50
V N ₂ -----	89,6	870	9,7	34,9	22,0	6,40
VI N ₀ 400 dz/ha StM	93,0	870	9,4	37,0	21,0	6,45
VI N ₂ 400 " "	97,0	960	9,9	36,0	24,5	6,43

Anhang 8

Winterweizen in Fruchtfolge und Monokultur

Rauisch - Holzhausen 1969 - 1972

Nährstoffgehalte in % zur absoluten Trockenmasse ($N_1 - N_2$)

V a r i a n t e				N	K	P	Ca	Mg	Na
<u>1969</u>	Korn Fruchtfolge	I		1,862	0,568	0,464	0,063	0,155	0,007
		II		1,873	0,571	0,495	0,065	0,162	0,007
		III		1,884	0,543	0,458	0,061	0,140	0,007
	Stroh	I		0,356	0,337	0,068	0,237	0,057	0,006
		II		0,275	0,413	0,060	0,211	0,055	0,007
		III		0,315	0,413	0,070	0,215	0,040	0,008
	Korn	I		2,083	0,413	0,363	0,055	0,129	0,007
		II		2,278	0,496	0,434	0,059	0,150	0,007
		III		2,067	0,495	0,434	0,056	0,144	0,006
<u>1970</u>	Stroh	I		0,453	0,677	0,089	0,252	0,060	0,013
		II		0,432	0,778	0,091	0,255	0,055	0,014
		III		0,435	0,785	0,092	0,230	0,070	0,014
	Korn	I		1,706	0,478	0,413	0,098	0,154	0,004
		II		1,883	0,559	0,431	0,103	0,146	0,007
		III		2,222	0,553	0,444	0,104	0,154	0,006
	Stroh	I		0,320	1,117	0,089	0,283	0,087	0,009
		II		0,367	1,040	0,110	0,292	0,057	0,012
		III		0,461	1,170	0,107	0,235	0,063	0,013
<u>1971</u>	Korn	I		2,030	0,505	0,460	0,099	0,164	0,007
		II		2,007	0,479	0,413	0,108	0,156	0,006
		III		2,068	0,495	0,462	0,093	0,166	0,006
	Stroh	I		0,369	0,973	0,075	0,273	0,057	0,012
		II		0,415	0,687	0,073	0,278	0,020	0,013
		III		0,352	0,800	0,070	0,265	0,027	0,016
	Korn	I		2,030	0,505	0,460	0,099	0,164	0,007
		II		2,007	0,479	0,413	0,108	0,156	0,006
		III		2,068	0,495	0,462	0,093	0,166	0,006
<u>1972</u>	Stroh	I		0,369	0,973	0,075	0,273	0,057	0,012
		II		0,415	0,687	0,073	0,278	0,020	0,013
		III		0,352	0,800	0,070	0,265	0,027	0,016

*Ausgang 14 Tage später

Anhang 11

Kieselemulsion zu Sommerweizen

Rauisch - Holzhausen

Nährstoffgehalte in % zur absol. Trockenmasse

Variante	N	K	P	Ca	Mg	Na	
<u>1970 zu Opal</u>							
Korn	1	2,350	0,523	0,476	0,069	0,124	0,009
	2	2,410	0,523	0,466	0,073	0,140	0,010
	3	2,390	0,555	0,488	0,080	0,148	0,012
	4	2,330	0,588	0,490	0,080	0,148	0,011
	5	2,400	0,550	0,524	0,080	0,152	0,010
Stroh	1	0,540	1,360	0,106	0,286	0,100	0,045
	2	0,640	1,390	0,116	0,316	0,130	0,038
	3	0,600	1,410	0,104	0,270	0,084	0,034
	4	0,550	1,470	0,101	0,270	0,092	0,039
	5	0,750	1,340	0,110	0,320	0,102	0,046
<u>1971 zu Kolibri</u>							
Korn	1	2,280	0,460	0,469	0,068	0,171	0,009
	2	2,320	0,415	0,411	0,065	0,153	0,007
	3	2,320	0,390	0,406	0,063	0,148	0,009
	4	2,370	0,460	0,466	0,066	0,170	0,007
	5	2,360	0,420	0,426	0,064	0,153	0,006
Stroh	1	0,470	1,090	0,140	0,270	0,128	0,044
	2	0,470	1,290	0,130	0,250	0,126	0,042
	3	0,480	1,140	0,137	0,265	0,128	0,033
	4	0,460	1,090	0,149	0,265	0,120	0,028
	5	0,410	1,120	0,137	0,250	0,128	0,031

Anhang 12

Kieselemulsion zu Kartoffeln

Rauisch - Holzhausen

Nährstoffgehalte in % zur absol. Trockenmasse

Variante	N	K	P	Ca	Mg	Na
<u>1970 zu Wanda</u>						
Knolle 1	1,120	2,800	0,342	0,085	0,144	0,016
2	1,300	2,940	0,373	0,085	0,176	0,020
3	1,300	3,320	0,385	0,100	0,160	0,026
4	1,220	2,870	0,376	0,085	0,148	0,016
5	1,180	2,530	0,338	0,075	0,148	0,015
Kraut 1	2,610	6,200	0,319	2,200	0,575	0,030
2	1,900	5,550	0,276	2,025	0,550	0,030
3	1,830	5,250	0,291	1,950	0,565	0,043
4	2,270	6,250	0,315	2,300	0,570	0,023
5	2,190	6,150	0,316	2,013	0,540	0,030
<u>1971 zu Grata</u>						
Knolle 1	1,400	2,420	0,350	0,080	0,154	0,011
2	1,310	2,800	0,372	0,080	0,160	0,012
3	1,440	3,160	0,346	0,080	0,216	0,012
4	1,290	2,560	0,362	0,080	0,150	0,018
5	1,410	2,620	0,375	0,080	0,160	0,017

Anhang 13

Saatzeitenversuch zu Sommergerste

Rauisch - Holzhausen 1970

Nährstoffgehalte in % zur absoluten Trockenmasse

Saatzeit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Datum	21.4.	22.4.	24.4.	27.4.	28.4.	30.4.	4.5.	5.5.	6.5.	9.5.	12.5.	14.5.
Korn												
N	2,160	2,300	2,020	2,240	2,250	2,140	2,150	2,220	2,240	2,310	2,230	2,230
K	0,715	0,795	0,668	0,735	0,720	0,685	0,630	0,635	0,668	0,650	0,658	0,695
P	0,469	0,497	0,463	0,489	0,476	0,502	0,488	0,488	0,503	0,513	0,501	0,489
Ca	0,075	0,080	0,074	0,078	0,082	0,083	0,082	0,083	0,084	0,082	0,079	0,084
Mg	0,138	0,140	0,132	0,136	0,132	0,150	0,146	0,144	0,151	0,147	0,140	0,140
Na	0,020	0,024	0,022	0,022	0,020	0,024	0,021	0,020	0,018	0,017	0,021	0,022
Stroh												
N	0,920	0,840	0,930	0,900	0,920	0,860	0,970	0,950	0,890	0,980	1,080	0,910
K	3,140	3,170	2,920	2,660	2,910	2,170	2,530	2,170	1,920	2,040	2,280	2,300
P	0,180	0,173	0,198	0,179	0,191	0,182	0,202	0,183	0,172	0,213	0,238	0,201
Ca	0,440	0,386	0,436	0,420	0,376	0,366	0,356	0,386	0,356	0,346	0,360	0,360
Mg	0,080	0,076	0,078	0,068	0,046	0,080	0,084	0,080	0,068	0,078	0,070	0,078
Na	0,275	0,297	0,276	0,257	0,272	0,278	0,252	0,230	0,185	0,226	0,196	0,218

Saatzeitenversuch zu Hafer
Rauisch - Holzhausen 1971
Nährstoffgehalte in % zur absoluten Trockenmasse

Saatzeit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Datum	31.3.	2.4.	5.4.	6.4.	8.4.	13.4.	14.4.	16.4.	19.4.	21.4.	23.4.	26.4.
Korn N	2,510	2,280	2,100	2,500	2,140	2,350	2,420	2,400	2,370	2,310	2,360	2,570
K	0,670	0,590	0,670	0,663	0,615	0,713	0,675	0,788	0,705	0,725	0,735	0,735
P	0,606	0,497	0,510	0,555	0,450	0,537	0,530	0,558	0,546	0,525	0,523	0,546
Ca	0,149	0,143	0,143	0,145	0,135	0,151	0,148	0,160	0,150	0,163	0,153	0,168
Mg	0,177	0,151	0,163	0,170	0,139	0,172	0,169	0,177	0,164	0,165	0,163	0,172
Na	0,025	0,022	0,025	0,023	0,025	0,027	0,022	0,025	0,022	0,025	0,025	0,025
Stroh N	0,580	0,640	0,600	0,520	0,550	0,550	0,600	0,550	0,660	0,600	0,600	0,810
K	2,180	2,210	2,130	2,380	2,420	2,370	2,660	2,420	2,600	2,210	2,570	2,660
P	0,202	0,199	0,232	0,200	0,194	0,197	0,184	0,202	0,176	0,174	0,168	0,184
Ca	0,310	0,395	0,390	0,290	0,300	0,300	0,325	0,320	0,330	0,290	0,315	0,330
Mg	0,090	0,086	0,072	0,072	0,066	0,072	0,086	0,088	0,094	0,072	0,094	0,100
Na	0,524	0,556	0,606	0,578	0,672	0,586	0,664	0,556	0,676	0,530	0,646	0,690

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. E. v. Boguslawski möchte ich für die freundliche Überlassung dieses aktuellen Themas dieser Arbeit und seine freilassende Anleitung bei ihrer Durchführung herzlich danken.

Besonders danke ich Herrn Dr. J. Debruck für seine ständige Hilfsbereitschaft sowie wertvollen Anregungen bei der Fertigstellung dieser Arbeit.

Mein herzlicher Dank gilt auch Frau M. Thun, die durch die Bereitstellung der biologisch-dynamischen Präparate sowie durch ihre Beratung bei der Durchführung der biologisch-dynamischen Maßnahmen wesentlich zum Gelingen beigetragen hat.

Weiterhin danke ich allen Damen und Herren des Versuchsfeldes für ihre hilfreiche Hand bei Aussaat, Pflege und Ernte der Versuche.

Lebenslauf

Am 3. Februar 1944 wurde ich in Dachau bei München als Sohn des Juristen und Betriebswirts Hermann Abele und dessen Ehefrau Maria Abele, geb. Bayer, geboren.

Auf Grund des Wohnungswechsels unserer Familie besuchte ich ab 1950 die Volksschule in Hechendorf bei Herrsching, ab 1951 die in Gauting. 1952 trat ich in die Rudolf-Steiner-Schule in München ein, wo ich 1964 das Abitur ablegte. Anschließend machte ich ein einjähriges landwirtschaftliches Praktikum bei Herrn M. Häuser in Gut Grüneck bei Freising.

Im Wintersemester 1965/66 begann ich das Landwirtschaftsstudium an der landwirtschaftlichen Fakultät der TU München-Weihenstephan und legte hier 1969 das Diplomexamen mit Schwerpunkt "Pflanzenproduktion" mit Erfolg ab.

Nach vorübergehender Tätigkeit in einem landwirtschaftlichen Betrieb übernahm ich ab April 1970 als Doktorand bei Herrn Prof. Dr. E. v. Boguslawski, Direktor des Institutes für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus-Liebig-Universität Gießen auf dem Versuchsfeld Rauischholzhausen, Kreis Marburg, vorliegende Arbeit.

GAHMIG DRUCK GIESSEN

63 Gießen-Wieseck · Kiesweg 12 · Telefon (0641) 52201

